

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

---

Б.А. Чичков

**КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АД**

Пособие по изучению дисциплины

*для студентов 5 курса  
специальности 160901  
заочной формы обучения*

**Москва - 2010**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

---

**Кафедра двигателей летательных аппаратов**

**Б.А. Чичков**

**КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АД**

Пособие по изучению дисциплины

*для студентов 5 курса  
специальности 160901  
заочной формы обучения*

Москва - 2010



## Содержание

1. Учебный план дисциплины .....	4
2. Основные сведения о дисциплине.....	4
3. Рекомендуемая литература .....	6
4. Электронные средства информации .....	9
5. Электронный адрес кафедры для консультаций.....	9
6. Структура дисциплины.....	10
7. Учебная программа дисциплины.....	10
8. Терминология дисциплины.....	26
9. Практические занятия, их тематика и объем в часах.....	27
10. Контрольная работа, ее характеристика .....	29

## **1. Учебный план дисциплины**

Характеристика учебного плана дисциплины “Конструкция и техническое обслуживание авиационных двигателей (КиТО АД)”:

курс: 5, форма обучения: заочная, 9 семестр;

общий объем учебных часов: 190 ч;

объем аудиторных часов: 22 ч, в том числе:

лекции: 4 ч,

практические занятия: 18 ч,

самостоятельная работа: 168 ч (в т. ч. примерное время на выполнение контрольной работы – около 30 ч, подготовка к практическим занятиям, вкл. заполнение журналов практических занятий- около 110 ч, остальное время- работа с учебной литературой, технической документацией, ресурсами Internet, подготовка к зачету и т.п.);

контрольная работа: 5 курс, 9 семестр;

зачет дифференцированный: 5 курс, 9 семестр.

## **2. Основные сведения о дисциплине**

Учебная дисциплина “Конструкция и ТО АД” является специальной дисциплиной в системе подготовки инженеров по специальности “Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей”. Она направлена на расширение и углубление знаний студентов в области конструкции отечественных и зарубежных авиационных двигателей (АД), углубленному изучению вопросов конструкции и технической эксплуатации отдельных типов двигателей, освоение инженерных знаний и умений по техническому обслуживанию АД.

Перечень базовых (формирующих) дисциплин, усвоение которых необходимо студентам для изучения дисциплины “КиТО АД”: “Теория АД” (основные темы-“Рабочие процессы в узлах АД”, “Эксплуатационные

характеристики АД”), “Автоматическое управление АД” (темы-“Законы регулирования АД”, “Конструкция и работа регуляторов АД”), “Конструкция и прочность авиационных двигателей” (основные темы-“Статическая прочность элементов АД”, “Динамическая прочность элементов АД”, “Конструкция узлов АД”, “Конструкция систем АД”), “Надежность АТ” (тема- “Показатели безотказности АТ”), “Техническая эксплуатация ЛА” (темы – “Оперативные и периодические формы ТО ЛА и АД”, “Эксплуатационная технологичность АТ”).

Перечень формируемых дисциплин, в которых используется дисциплина “КиТО АД”: “Техническая эксплуатация ЛА”, “Ремонт ЛА”, “Диагностика АТ”.

Изучение дисциплины является одним из этапов подготовки к практическому освоению работ по техническому обслуживанию АД, а также поиску и устранению неисправностей АД.

*Задачи изучения дисциплины* (необходимый комплекс знаний и умений):

Иметь представление:

- 1) об основных научно-технических проблемах существующих конструкций, перспективах развития авиадвигателей, систем и их технической эксплуатации;
- 2) об основных отказах и неисправностях АД, причинах их возникновения, возможностях устранения при техническом обслуживании АД в условиях авиапредприятий;
- 3) о современных методах диагностики АД и применяемых средствах;
- 4) о двигателях модульной конструкции и особенностях их технической эксплуатации;
- 5) о тенденциях развития конструктивно-компоновочных схем современных АД;
- 6) о процедурах принятия решений о допуске АД к дальнейшей эксплуатации.

*Знать:*

- 1) особенности конструкции и технической эксплуатации серийных отечественных и зарубежных АД (с углубленным изучением одного типа двигателя);
- 2) методы организации технического обслуживания АД;
- 3) правила технического обслуживания двигателей;
- 4) возможные неисправности, методы диагностики и способы устранения неисправностей;
- 5) сведения о консервации АД и их агрегатов, а также сведения об их хранении;
- б) документацию, используемую в процессе эксплуатации АД.

*Уметь:*

- 1) читать рабочие и сборочные чертежи двигателей, работать с эксплуатационной документацией;
- 2) проводить техническое обслуживание АД в соответствии с регламентом ТО;
- 3) проводить поиск неисправностей и обеспечивать проведение работ по их устранению.

*Иметь опыт*

организации процесса ТО АД, оперативного выявления неисправностей и дефектов в процессе эксплуатации, разработки предложений по дальнейшей эксплуатации АД.

### 3. Рекомендуемая литература

*Основная учебная литература*

1. Чичков Б.А. , Пивоваров В.А., Раков П.И. Конструкция и техническое обслуживание АД: учеб. пособие для студентов спец. 160901. –М.: МГТУ ГА, 2007.

*Литература по конкретной авиационной технике и регламентирующая литература*

- 2.Авиационные двухконтурные двигатели Д-30КУ и Д-30КП (конструкция, надежность и опыт эксплуатации) / Л.П.Лозицкий, М.Д.Авдошко, В.Ф.Березлев и др.— М.: Машиностроение, 1988.
- 3.Хаустов И.Г., Фельдман Е.Л. Авиационный двухконтурный двигатель НК-8-2.- М.: Машиностроение, 1975.
- 4.Фельдман Е.Л.,Черкасов Л.А. Авиационный двухконтурный двигатель НК-86.- М.: Машиностроение, 1982.
5. Пивоваров В.А. Авиационный двигатель ПС-90А (особенности конструкции, работа, эксплуатация): учеб. пособие. - М.:МИИГА,1989.
6. Акуленко В.С., Иноземцев А.А., Соловьев Б.А. Авиационный газотурбинный двигатель ПС-90А: учеб. пособие.- Л.:ОЛАГА,1990.
- 7.Павловский Н.И. Вспомогательные силовые установки самолетов.-М.: Транспорт,1977.
- 8.Технические описания Д-30КУ(КП), НК-8-2У, НК-86, ПС-90А, ТА-6А, ВСУ-10. Изд-во разработчика (ИВЦ МГТУ ГА, библиотеки предприятий).
9. Регламенты технического обслуживания двигателей Д-30КУ(КП), НК-8-2У, НК-86, ПС-90А, ТА-6А, ВСУ-10 (ИВЦ МГТУ ГА, библиотеки предприятий).
- 10.Руководства по технической эксплуатации двигателей Д-30КУ(КП), НК-8-2У,НК-86,ПС-90А, ТА-6А, ВСУ-10 (ИВЦ МГТУ ГА, библиотеки предприятий).
11. Бюллетени по двигателям Д-30КУ(КП), НК-8-2У, НК-86, ПС-90А, ТА-6А, ВСУ-10 (ИВЦ МГТУ ГА, библиотеки предприятий).
12. ГОСТ 18322-78 (СТ СЭВ 5151-85) Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения . - М.: Изд-во стандартов, 1986.-14 с.
13. ГОСТ 19919-74. Контроль автоматизированный технического состояния авиационной техники. Термины и определения.- М.: Изд-во стандартов, 1975.
14. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. -М.: Издательство стандартов, 1990.

15. ГОСТ 23220-78. Средства контроля работы двигателей летательных аппаратов. Термины и определения.- М.: Изд-во стандартов, 1978.

16. ГОСТ 26656-85. Техническая диагностика. Контролепригодность. Общие требования.- М.: Изд-во стандартов, 1986.

*Дополнительная учебная литература*

17. Пивоваров В.А., Белоусов Г.Г., Пенкин А.А. Конструкция ТРДД НК-86. – М.: МГТУ ГА, 2004.

18. Пивоваров В.А., Белоусов Г.Г., Померанцев Д.С., Пенкин А.А. Методы и средства оптико-визуальной диагностики авиационных ГТД: учеб. пособие для студентов спец. 160901. –М.: МГТУ ГА, 2005.

19. Смирнов Н.Н. и др. Техническая эксплуатация летательных аппаратов: учебник для вузов ГА.М.: Транспорт, 1989.

20. Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М. Эксплуатационная технологичность летательных аппаратов.-М.:Транспорт, 1994.

21. Лозицкий Л.П., Ветров А.Н., Дорошко С.М. и др. Конструкция и прочность авиационных газотурбинных двигателей.- М.: Воздушный транспорт, 1992.

22. Чичков Б.А. Конструкция и эксплуатация масляной системы ТРДД Д-30КУ(КП): учеб. пособие для студентов 5 и 4 курсов специальности 130300 всех форм обучения.- М.: МГТУ ГА, 1999.

23. Чичков Б.А. Рабочие лопатки авиационных ГТД. Часть 1. Эксплуатационная повреждаемость рабочих лопаток. Пособие для студентов 5 и 4 курсов специальности 130300 всех форм обучения.-М.: МГТУ ГА, 2000.

24. Чичков Б.А. Рабочие лопатки авиационных ГТД. Часть 2,3. Контроль работоспособности РЛ. Ремонт и замена рабочих лопаток в эксплуатации. Пособие для студентов 5 и 4 курсов специальности 130300 всех форм обучения.-М.: МГТУ ГА, 2002.

25. Чичков Б.А. Конструкция и эксплуатация системы запуска самолета Ил-76. Пособие для студентов 5 и 4 курсов специальности 160901 всех форм обучения.-М.: МГТУ ГА, 2010.

*Литература для выполнения контрольных заданий*

26. Чичков Б.А. Пособие к выполнению контрольной работы по дисциплине “Конструкция и техническое обслуживание АД” для студентов 5 курса специальности 160901 заочной формы обучения.-М.: МГТУ ГА, 2009.

(см. также вышеперечисленные разделы).

27. Журналы практических занятий по типам двигателей (*выдаются во время установочной лекции на 4 курсе*).

#### **4. Электронные средства информации**

4.1. Техническая и эксплуатационная документация по АД (полная), размещенная на сервере МГТУ ГА (доступ возможен только с ПК, размещенных в аудиториях ИВЦ МГТУ ГА).

4.2. Кафедральные разработки (крупные):

1. Конструкция и эксплуатация масляной системы ТРДД Д-30КУ(КП). Обучающая система.

2. Конструкция и эксплуатация системы запуска двигателей Д-30КП самолета Ил-76. Обучающая система.

4.3. Ресурсы интернета:

©ОАО "Авиадвигатель", ©ОАО "Пермский Моторный Завод"-

<http://www.avid.ru/>

©ОАО «НПО «Сатурн» - <http://www.npo-saturn.ru!/new/>; <http://www.npo-saturn.ru!/new/index.php?pid=30>; <http://www.npo-saturn.ru!/new/index.php?pid=27>

©Центральный Институт Авиационного Моторостроения (ЦИАМ) - <http://www.sonbi.ru/research/PRO/R004/004.htm>

и др. – пользуйтесь поисковиками.

#### **5. Электронный адрес кафедры для консультаций:**

[dla@mstuca.ru](mailto:dla@mstuca.ru). Консультации с использованием электронной почты.

## 6. Структура дисциплины.

Разделы дисциплины и виды занятий представлены в табл. 1.

Таблица 1

Разделы дисциплины и виды занятий

Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ
Общие вопросы конструкции, работы и ТО АД. Конструкция и работа узлов, систем и агрегатов конкретных типов ГТД	*	*
Надежность и техническое обслуживание авиационных ГТД, конкретных типов ГТД	*	*
Организация эксплуатации ГТД, конкретных типов ГТД в условиях организаций по ТОиР	*	*

Виды занятий и распределение часов по видам занятий-см. пп.1 (“Учебный план дисциплины”).

## 7. Учебная программа дисциплины

Темы дисциплины.

Тема 1. Состояние и перспективы развития отечественного и зарубежного авиадвигателестроения. Тенденции развития конструктивно-компоновочных и силовых схем.

Методические указания к изучению темы 1.

Литература: [1], с. 1...16, [21], с. 19...36, 51...55, [актуальная информация ГосНИИГА, ЦИАМ и т.п.]

Центральные вопросы темы: состав парка авиадвигателей, распределение новых и ремонтных двигателей, динамика показателей надежности двигателей, межремонтные, назначенные, гарантийные ресурсы и ресурсы до первого ремонта, перспективы развития ГА в рамках Постановления Правительства РФ от 15 октября 2001 г. N728, классификация двигателей по количеству валов,

силовые схемы статоров и роторов двигателей, тенденции в развитии конструкций узлов двигателей, обеспечивающие повышение экономичности эксплуатации и выполнение экологических требований.

Вопросы:

1. Каково примерное распределение типов отечественных двигателей среди парка?
2. Каковы межремонтные, назначенные ресурсы и ресурсы до первого ремонта наиболее массовых отечественных двигателей?
3. Каковы перспективы модернизации отечественных двигателей?
4. Изложите основные перспективы развития ГА в рамках Постановления Правительства РФ от 15 октября 2001 г. N728.
5. Изложите основные тенденции развития конструкций узлов авиационных двигателей.
6. Как классифицируют силовые схемы роторов и статоров двигателей?
7. Конструктивные способы, применяемые в двигателях для обеспечения выполнения экологических требований?

Тема 2. Надежность, технологичность и техническое обслуживание авиационных ГТД

Методические указания к изучению темы 2.

Литература: [1], с. 20...30, 49...60; [21], с.504...526 .

Центральные вопросы темы: эксплуатационная надежность АД и способы её обеспечения. Особенности гарантийных программ и гарантийных обязательств. Эксплуатационная технологичность АД и способы ее обеспечения. Особенности конструкции и связанные с ними особенности технической эксплуатации основных узлов и систем отечественных и зарубежных АД. Стратегии и программы ТО авиационных ГТД. Особенности организации ТО двигателей модульной конструкции. Особенности систем диагностирования отечественных и зарубежных АД. Параметрические и оптико-визуальные методы и средства контроля АД.

Вопросы:

1. Конструктивные способы обеспечения эксплуатационной надежности?
2. Перечислите составляющие эксплуатационной технологичности
3. Как влияет эксплуатационная технологичность на эффективность процесса ТОиР?
4. В чем заключаются особенности организации ТО двигателей модульной конструкции?
5. Перечислите основные методы диагностирования двигателей и особенности их применения.

В следующих темах под термином "двигатель" понимаются двигатели Д-30КУ-154, КП, НК-86; под термином "ВСУ" понимаются двигатели ТА-6А, ВСУ-10 (тип задается во время установочной лекции).

Далее особо не оговаривается, что по всем темам студент должен знать размещение на изучаемом объекте агрегатов, датчиков, регулировочных элементов и уметь показать их на образцах техники, размещенных в лабораториях, дав краткую характеристику.

Тема 3. Основные технические данные и характеристики Регламента и процессов ТО двигателя. Хранение и замена двигателя.

Методические указания к изучению темы 3.

Литература: [2], с. 5...13, 209...219 или [4], с. 4...16, 302...314.

Центральные вопросы темы: назначение и состав двигателя, основные технические данные двигателя, основные режимы работы двигателя, дроссельная, высотная и скоростная характеристики двигателя, хранение и замена двигателя, расположение транспортировочных и монтажных узлов на двигателе, замена двигателя в условиях эксплуатационного предприятия, применяемые приспособления и устройства.

Заполните разделы 1,2 первой части журнала практических занятий.

Вопросы:

1. Охарактеризуйте назначение и состав двигателя.

2. Перечислите основные характеристики двигателя.
3. Что представляют дроссельная, высотная и скоростная характеристики двигателя?
4. Покажите на двигателе расположение транспортировочных и монтажных узлов.
5. Какие требования применяют к хранению и транспортировке двигателя?

Тема 4. Компрессор низкого давления двигателя (КНД): конструкция и техническое обслуживание (КиТО).

Методические указания к изучению темы 4.

Литература: [2], с. 29...42, 54, 209...210 или [4], с. 17...35, 53-56, 304...309, 315.

Центральные вопросы темы: рабочий процесс компрессора, конструкция компрессора низкого давления, влияние особенностей конструкции на техническую эксплуатацию компрессора НД (замки шарнирного типа, упруго-демпферные элементы опор, передние кромки лопаток входных направляющих аппаратов, антивибрационные полки и др.), опоры ротора КНД, работа упруго-демпферной опоры, возможные неисправности КНД - способы их предупреждения, обнаружение и устранение, допустимые повреждения лопаток КНД, техническое обслуживание КНД.

Заполните раздел 3 первой части журнала практических занятий.

Вопросы:

1. Охарактеризуйте рабочий процесс компрессора двигателя.
2. С какой целью в конструкции опор применяют упруго-демпферные элементы?
3. Как осуществляется обогрев лопаток входного направляющего аппарата?
4. В каких зонах пера рабочих лопаток не допускается никаких повреждений?
5. Какие работы выполняются при оперативном техническом обслуживании компрессора низкого давления?
6. Какие работы выполняются при периодическом техническом обслуживании

компрессора низкого давления?

7. Какие датчики и агрегаты размещены на корпусе компрессора низкого давления? Покажите на двигателе.
8. Каковы возможные неисправности компрессора низкого давления, способы их предупреждения, проявления и способы устранения?

Тема 5. Компрессор высокого давления двигателя (КВД): КиТО.

Методические указания к изучению темы 5.

Литература: [2], с. 43...54, 209...210 или [4], с. 36...56, 304...309, 315.

Центральные вопросы темы: рабочий процесс компрессора, конструкция компрессора высокого давления, влияние особенностей конструкции на техническую эксплуатацию компрессора НД (упруго-демпферные элементы опор, механизация компрессора: регулируемый входной направляющий аппарат и клапаны перепуска воздуха, агрегаты привода механизации компрессора высокого давления двигателя, помпаж двигателя, система отбора воздуха от компрессора и др.), опоры ротора КВД, прокрутка ротора КВД, работа упруго-демпферной опоры, возможные неисправности КВД - способы их предупреждения, обнаружение и устранение, допустимые повреждения лопаток КВД, техническое обслуживание КВД.

Заполните раздел 5 первой части журнала практических занятий.

Вопросы:

1. Охарактеризуйте рабочий процесс компрессора двигателя и обоснуйте необходимость применения механизации компрессора.
2. Как осуществляется изменение угла установки лопаток регулируемого входного направляющего аппарата?
3. Как осуществляется перепуск воздуха?
4. Как осуществляется ручная прокрутка ротора КВД?
5. Какие работы выполняются при оперативном техническом обслуживании компрессора высокого давления?
6. Какие работы выполняются при периодическом техническом обслуживании

компрессора высокого давления?

7. Какие датчики и агрегаты размещены на корпусе компрессора высокого давления? Покажите на двигателе.
8. Каковы возможные неисправности компрессора высокого давления, способы их предупреждения, проявления и способы устранения? Покажите на двигателе.

Тема 6. Система отбора воздуха от двигателя: КиТО.

Конструкция, работа, возможные неисправности, обнаружение и устранение. Техническое обслуживание системы.

Методические указания к изучению темы 6.

Литература: [2], с. 110...114, 209...210 или [4], с. 59...62, 304...309, 315...320.

Центральные вопросы темы: система отбора воздуха на двигательные нужды: состав системы, детали, агрегаты, датчики и их размещение на двигателе и работа системы; система отбора воздуха на самолетные нужды: состав системы, детали, агрегаты их размещение на двигателе и работа системы; возможные неисправности системы - способы их предупреждения, обнаружение и устранение, техническое обслуживание системы отбора воздуха.

Вопросы:

1. Каковы условия включения противообледенительной системы двигателя?
2. В каких точках двигателя осуществляется отбор воздуха и на какие нужды? Покажите на двигателе элементы систем отбора воздуха.
3. Каковы возможные неисправности системы отбора воздуха от двигателя, способы их предупреждения, признаки неисправностей и способы устранения?
4. Какие работы выполняются при оперативном и периодическом техническом обслуживании системы отбора воздуха от двигателя?

Тема 7. Разделительный корпус, центральный привод и коробки приводов,

привод постоянных оборотов: КиТО.

Методические указания к изучению темы 7.

Литература: [2], с. 55...62, 183...189, 209...210 или [4], с. 28...29, 145...148, 304...309, 315.

Центральные вопросы темы: разделительный корпус: назначение, конструкция, работа, возможные неисправности, обнаружение и устранение. Центральный привод и коробки приводов: конструкция, работа, возможные неисправности, обнаружение и устранение. Размещение агрегатов, обслуживающих двигатель и самолет на коробках приводов (всех). Привод постоянных оборотов: назначение, конструкция, работа, возможные неисправности- способы их предупреждения, обнаружение и устранение. Техническое обслуживание приводов.

Заполните раздел 4 первой части журнала практических занятий.

Вопросы:

1. Сколько коробок приводов установлено на двигатель и их названия?
2. Назначение центрального привода двигателя?
3. Перечислите и покажите все агрегаты, размещенные на коробках приводов с краткой характеристикой агрегатов.
4. Каково назначение привода постоянных оборотов и как обеспечивается постоянство оборотов генератора двигателя?
5. Какие работы выполняются при техническом обслуживании приводов в процессе эксплуатации двигателя?
6. Каковы типичные неисправности приводов двигателя, способы их предупреждения, их признаки и способы устранения?

Тема 8. Камера сгорания двигателя: КиТО.

Методические указания к изучению темы 8.

Литература: [2], с. 63...70, 209...210 или [4], с. 63...76, 304...309, 315.

Центральные вопросы темы: назначение и рабочий процесс камеры сгорания, устройства розжига камеры сгорания, типы форсунок и их работа,

изменение рабочих характеристик элементов камеры сгорания в процессе эксплуатации, возможные неисправности камеры сгорания, способы их предупреждения, обнаружение и устранение. Техническое обслуживание камеры сгорания.

Заполните раздел 6 первой части журнала практических занятий.

Вопросы:

1. Опишите тип камеры сгорания, форсунок и системы розжига камеры сгорания, особенности их работы.
2. Какие характеристики камер сгорания и их элементов изменяются в процессе эксплуатации двигателей и как это влияет на надежность двигателя?
3. Каковы типичные неисправности камер сгорания двигателя, способы их предупреждения, обнаружения и устранения?
4. Какие работы проводятся при техническом обслуживании камер сгорания и их элементов по оперативным и периодическим формам ТО?

Тема 9. Турбины двигателя: КиТО.

Методические указания к изучению темы 9.

Литература: [2], с. 71...81, 209...210 или [4], с. 77...96, 304...309.

Центральные вопросы темы: назначение и рабочий процесс турбин двигателя (высокого и низкого давления), система охлаждения турбин двигателя, система управления радиальными зазорами проточной части двигателя, система контроля и ограничения температуры газов, возможные неисправности турбин - способы их предупреждения, обнаружение и устранение, техническое обслуживание турбин.

Заполните разделы 7,8 первой части журнала практических занятий.

Вопросы:

1. Охарактеризуйте назначение и рабочий процесс турбин двигателя.
2. Охарактеризуйте систему охлаждения турбин двигателя.
3. Каковы возможные неисправности турбин? Поясните способы их

предупреждения, обнаружение и устранение.

4. Перечислите виды работ по техническому обслуживанию турбин.
5. Какие особые меры техники безопасности необходимо соблюдать при проведении технического обслуживания турбин двигателя.

Тема 10. Реактивное сопло, реверсивное устройство двигателя: КиТО.

Методические указания к изучению темы 10.

Литература: [2], с. 82...104, 209...210 или [4], с. 104...144, 304...309, 315,321.

Центральные вопросы темы: назначение реактивного сопла и реверсивного устройства двигателя, время переключки реверсивного устройства, замки створок, система привода реверсивного устройства: состав, работа, техническое обслуживание, уравнивательный механизм (синхронизатор), возможные неисправности реактивного сопла и реверсивного устройства - способы их предупреждения, обнаружение и устранение, техническое обслуживание выходного и реверсивного устройства.

Заполните раздел 9 первой части журнала практических занятий.

Вопросы:

1. Каково назначение реактивного сопла и реверсивного устройства двигателя?
2. Состав и работа системы привода реверсивного устройства?
3. Возможна ли переключка створок реверсивного устройства на неработающем двигателе?
4. Возможные неисправности реактивного сопла и реверсивного устройства- способы их предупреждения, обнаружение и устранение?
5. Перечислите виды работ по техническому обслуживанию выходного и реверсивного устройства и меры техники безопасности при проведении работ?

Тема 11. Система смазки и суфлирования двигателя: КиТО.

Методические указания к изучению темы 11.

Литература: [2], с. 115...126, 209...210 или [4], с. 169...199, 304...309,

315.

Центральные вопросы темы: назначение, состав, основные технические данные, принципиальная схема и работа системы, устройство и работа агрегатов системы, регулировки системы. размещение агрегатов системы на двигателе, техническое обслуживание системы, возможные неисправности, предупреждение, обнаружение и устранение.

Заполните раздел 1 второй части журнала практических занятий.

Вопросы:

1. Охарактеризуйте назначение, состав, основные технические данные, принципиальная схема и работа системы смазки. Какие масла применяются в системе?
2. Конструкция и работа агрегатов системы смазки. Какие типы насосов применяются в системе? Где размещен основной масляный фильтр?
3. Система суфлирования: назначение, схема, основные агрегаты (конструкция и работа). Каков расход масла на исправном двигателе и причины повышенного расхода?
4. Основные контролируемые параметры масляной системы. Датчики и приборы контроля параметров. О чем свидетельствует увеличение количества жидкости в маслобаке в процессе полета?
5. Перечислите регулировки и охарактеризуйте обслуживание масляной системы по оперативным и периодическим формам.
6. Возможные неисправности масляной системы и способы их устранения.

Тема 12. Система топливопитания и автоматического управления двигателя: КиТО.

Методические указания к изучению темы 12.

Литература: [2], с. 133...183, 209...210 или [4], с. 199...260, 304...309, 315...320.

Центральные вопросы темы: назначение, состав, основные технические данные, принципиальная схема и работа системы топливопитания, устройство

и работа агрегатов системы топливопитания, дренажная система, система автоматического управления двигателя-законы регулирования, состав, основные технические данные, принципиальная схема и, работа системы автоматического управления (САУ), агрегаты САУ: конструкция, работа, размещение агрегатов топливной системы на двигателе, возможные неисправности систем, предупреждение, обнаружение и устранение, разрешенные регулировки и техническое обслуживание системы топливопитания и автоматического управления двигателя.

Заполните разделы 2,3 второй части журнала практических занятий.

Вопросы:

1. Назначение, состав, основные технические данные, принципиальная схема и работа системы топливопитания. Магистральи высокого и низкого давления.
2. Устройство и работа агрегатов системы топливопитания. Краткие характеристики, назначение, условия работы, требования.
3. Правила хранения и транспортировки агрегатов системы топливопитания.
4. Дренажная система. Основные требования к системе дренажа, состав, принципиальная схема.
5. Регулировки и обслуживание топливной системы.
6. Возможные неисправности топливной системы и способы их устранения.
7. Законы регулирования, состав, основные технические данные, принципиальная схема и работа системы автоматического управления. Агрегаты САУ. Назначение, конструкция, принципы работы и связи.
8. Состав, работа насоса-регулятора двигателя.
9. Регулирование режимов. Перечень и технология проведения разрешенных регулировок на двигателе в условиях эксплуатационного предприятия.

Тема 13. Противопожарная система двигателя: КиТО.

Методические указания к изучению темы 13.

Литература: [2], с. 208...209, 209...210 или [4], с. 281...283, 315.

Центральные вопросы темы: состав и работа системы, датчики пожара и их размещение на двигателе, магистрали системы пожаротушения, техническое обслуживание системы.

Заполните раздел 6 второй части журнала практических занятий.

Вопросы:

1. Каковы критерии возникновения пожара в двигателе?
2. Сколько очередей имеет система пожаротушения?
3. Какие работы по ТО двигателя проводятся после ложного срабатывания системы?

Тема 14. Противообледенительная система двигателя: КиТО.

Методические указания к изучению темы 14.

Литература: [2], с. 112...115, 209...210 или [4], с. 59...62.

Центральные вопросы темы: состав и работа системы, датчик системы и его размещение на двигателе, магистрали системы, заслонки системы, лопасти ВНА, обогреваемые маслом, зависимость места отбора воздуха от режима работы двигателя (Д-30К), размещение агрегатов системы на двигателе, возможные неисправности системы - способы их предупреждения, обнаружение и устранение, техническое обслуживание турбин.

Заполните раздел 5 второй части журнала практических занятий.

Вопросы:

1. Из-за какой ступени компрессора осуществляется отбор воздуха?
2. Поясните принцип работы датчика противообледенительной системы.
3. Как осуществляется управление заслонками системы?
4. Какие работы выполняются по оперативным и периодическим формам ТО?

Тема 15. Система запуска двигателя: КиТО.

Методические указания к изучению темы 15.

Литература: [2], с. 190...201, 209...218 или [4], с. 261...280, 304...309,

315...323.

Центральные вопросы темы: назначение, технические данные, состав и принцип действия системы запуска, ложный запуск, холодная прокрутка, этапы запуска, устройство и работа агрегатов системы запуска, размещение агрегатов системы на двигателе, воздушный стартер: конструкция, работа, агрегат зажигания, свеча, блок автоматического запуска, возможные неисправности системы, предупреждение, обнаружение и устранение, регулировки и обслуживание системы запуска, подготовка к запуску и запуск, опробование двигателя, выключение двигателя.

Заполните раздел 4 второй части журнала практических занятий.

Вопросы:

1. Что понимается под запуском двигателя?
2. Состав, назначение и особенности конструкции основных агрегатов и элементов системы запуска двигателей?
3. Перечислите этапы запуска двигателей, охарактеризуйте их особенности и приведите уравнения моментов.
4. Какова нормальная продолжительность запуска на земле?
5. С какой целью выполняется холодная прокрутка и в чем ее отличие от запуска двигателя на земле?
6. С какой целью выполняется ложный запуск и в чем его отличие от запуска двигателя на земле?
7. Какова продолжительность временных циклов и особенность режима работы системы запуска?
8. Дать характеристику горячего и холодного “зависания” в процессе запуска двигателя. Какое из них, на Ваш взгляд, более опасно? Ваши действия в случаях “зависания”?
9. В каких случаях выполняют аварийное (экстренное) выключение двигателя?
10. Охарактеризуйте график опробования двигателя.

## 11. Охарактеризуйте техническое обслуживание системы запуска.

Тема 16. Аппаратура контроля технического состояния двигателя: КиТО, Контроль состояния АД в эксплуатации

Методические указания к изучению темы 16.

Литература: [2], с. 202...207, 209...210 или [4], с. 284...291, 304...309, 315.

Центральные вопросы темы: контролируемые параметры АД, аппаратура контроля термогазодинамических параметров двигателя, аппаратура контроля маслосистемы, аппаратура контроля топливной системы, аппаратура контроля вибрационного состояния двигателя, размещение датчиков систем на двигателе, обслуживание и регулировки системы контроля параметров двигателя, диагностическая обработка параметрической информации, контроль состояния проточной части АД.

Заполните раздел 7 второй части журнала практических занятий.

Вопросы:

1. Перечислите параметры группы масла, контролируемые при работе двигателя. Сигнализация критических режимов работы. Покажите на двигателе элементы аппаратуры контроля указанных параметров.
2. Перечислите параметры группы топлива, контролируемые при работе двигателя. Сигнализация критических режимов работы. Покажите на двигателе элементы аппаратуры контроля указанных параметров.
3. Перечислите термогазодинамические параметры, контролируемые при работе двигателя и вибрационные параметры. Сигнализация критических режимов работы. Покажите на двигателе элементы аппаратуры контроля указанных параметров.
4. Поясните суть допускового контроля параметров.
5. Укажите лючки для доступа в проточную часть двигателя.

Тема 17. Вспомогательная силовая установка (ВСУ) : КиТО.

Методические указания к изучению темы 17.

Литература: [7], с. 80...109.

Центральные вопросы темы: общие сведения: назначение, основные технические данные, режимы работы, состав, размещение, агрегатов и работа, конструкция и работа компрессора, камеры сгорания и турбины, ТО узлов.

Вопросы:

1. Какие функции выполняет ВСУ на летательном аппарате?
2. Перечислите режимы работы ВСУ
3. Какой тип компрессора и турбины применен на ВСУ?
4. В чем состоят особенности конструкции камеры сгорания ВСУ?
5. Назначение редуктора, какие агрегаты получают от него привод?

Тема 18. Система отбора воздуха от ВСУ: КиТО.

Методические указания к изучению темы 18.

Литература: [7], с. 47...52, 232...233.

Центральные вопросы темы: состав, назначение, устройство и работа агрегатов системы, регулятор воздуха, обслуживание системы, возможные неисправности, обнаружение и устранение. ТО.

Вопросы:

1. Назначение регулятора воздуха и его размещение на ВСУ?
2. В чем состоит принцип работы регулятора воздуха?
3. Какая регулировка производится после замены регулятора воздуха?

Тема 19. Масляная система ВСУ: КиТО.

Методические указания к изучению темы 19.

Литература: [7], с. 123...129, 230-232.

Центральные вопросы темы: назначение, состав, схема, устройство агрегатов и работа системы, регулировки и обслуживание масляной системы, возможные неисправности, предупреждение, обнаружение и устранение. ТО.

Вопросы:

1. Перечислите насосы системы и укажите их размещение.
2. Какой сорт масла применяется в системе?

3. Допустимые регулировки системы?
4. Где размещен основной масляный фильтр?
5. Какие виды работ выполняются при ТО системы?

Тема 20. Топливная система (ТС) ВСУ: КиТО.

Методические указания к изучению темы 20.

Литература: [7], с. 110-122, 224...230, 234-238.

Центральные вопросы темы: назначение, состав, схема, устройство агрегатов и работа ТС ВСУ, регулировки и обслуживание топливной системы, возможные неисправности, предупреждение, обнаружение и устранение. ТО.

Вопросы:

1. Какие функции выполняет топливная система?
2. Перечислите агрегаты, входящие в состав системы и укажите места их установки.
3. Какой тип качающего узла применен в насосе-регуляторе?
4. Назначение и функции регулятора запуска?
5. Какие виды работ выполняются при проведении технического обслуживания системы?
6. Какие признаки неисправностей топливной системы Вы знаете?

Тема 21. Система запуска ВСУ: КиТО.

Методические указания к изучению темы 21.

Литература: [7], с. 130...138, 225-227, 238.

Центральные вопросы темы: назначение, технические данные, состав и принцип действия системы, устройство и работа агрегатов системы запуска, регулировки и обслуживание системы запуска, подготовка к запуску и запуск, выключение ВСУ, возможные неисправности, предупреждение, обнаружение и устранение. ТО.

Вопросы:

1. Какие агрегаты обеспечивают запуск ВСУ?
2. Какие функции выполняет панель запуска?

3. В чем состоит предполетная, послеполетная подготовка и подготовка к повторному полету?
4. Какие регламентные работы выполняются на ВСУ?

## **8. Терминология дисциплины**

Конструкция узла (системы, агрегата), техническое обслуживание, система ТОиР, стратегия ТОиР, надежность эксплуатационная, технологичность эксплуатационная, показатели эксплуатационные, трудоемкость выполнения работы, запасные части, расходные материалы, оборудование, документация, чемодан бортовой, режим работы двигателя, дроссельные характеристики, технические характеристики двигателя основные, вентилятор, компрессор низкого давления, компрессор высокого давления, камера сгорания, турбина низкого давления, турбина высокого давления, выходное устройство двигателя, реверсивное устройство двигателя, механизация компрессора двигателя, регулируемый входной направляющий аппарат, клапан перепуска воздуха, полка антивибрационная, полка бандажная, схема ротора силовая, схема статора силовая, узлы подвески двигателя к летательному аппарату, уплотнения проточной части и опор двигателя, свеча, воспламенитель, газосборник, лопатка, аппарат направляющий, аппарат сопловой, аппарат спрямляющий, соединение шарнирное, элементы доступа в проточную часть двигателя, система масляная, система топливная, система автоматического управления, система запуска двигателя, система противообледенительная, система охлаждения турбины, система отбора воздуха на самолетные и двигательные нужды, система привода реверсивного устройства, рабочее тело системы, цвета окраски (маркеров) трубопроводов систем, насос плунжерный, насос шестеренчатый, фильтр, клапан редуционный, клапан перепуска, аккумулятор гидрогазовый, аккумулятор пневматический, синхронизатор, замок створок, гидроцилиндр, реактивное сопло, реверсивное устройство, привод постоянных оборотов, привод

центральный, коробка приводов, насос-регулятор, регулировки, разрешенные в эксплуатации, топливо-масляный радиатор, стартер воздушный, регулятор воздуха, стартер-генератор, генератор, кран слива масла, клапан стравливания воздуха, лимб указателя положения РВНА, датчик пожара, датчик обледенения, датчик вибрации, сигнализатор, параметры регистрируемые, контроль допусковый, форма обслуживания оперативная, форма обслуживания периодическая, периодичность форм ТО, технологические указания к выполнению работ, техника безопасности при проведении работ по ТО

и т.д.

## 9. Практические занятия

Перечень практических занятий, их тематика и объем в часах:

Примечание .

Под термином "двигатель" далее понимаются двигатели Д-30КУ, КУ-154, КП, НК-86. Литература: см. раздел 4 - в зависимости от типа двигателя и соответствующие темы.

В процессе самостоятельной подготовки должны быть заполнены разделы журналов практических занятий, указанные в приведенных выше темах.

**ПР – 1.** Основные технические данные двигателя и характеристики регламента и процессов ТО двигателя (2 ч, тема 3).

**ПР – 2.** Компрессор двигателя (2 ч, темы 4,5,6)

2.1. Компрессор низкого давления: особенности конструкции, работа, возможные неисправности: обнаружение и устранение.

2.2. Обслуживание КНД.

2.3. Компрессор высокого давления: особенности конструкции, работа, возможные неисправности: предупреждение, обнаружение и устранение.

2.4. Обслуживание КВД.

**ПР – 3.** Разделительный корпус, центральный привод и коробки приводов (2 ч, тема 7)

3.1. Разделительный корпус: особенности конструкции, возможные неисправности.

3.2. Центральный привод и коробки приводов: особенности конструкции, возможные неисправности: предупреждение, обнаружение и устранение.

3.3. Контроль технического состояния центрального привода и коробок приводов агрегатов.

**ПР – 4.** Камера сгорания двигателя (2 ч, тема 8)

4.1. Камера сгорания (КС): особенности конструкции, работа, возможные неисправности: предупреждение, обнаружение и устранение.

4.2. Обслуживание КС.

**ПР – 5.** Турбина двигателя (2 ч, тема 9)

5.1. Турбина высокого давления: особенности конструкции, возможные неисправности.

5.2. Турбина низкого давления: особенности конструкции, работа, возможные неисправности: предупреждение, обнаружение и устранение.

5.3. Обслуживание турбин.

**ПР – 6.** Выходное и реверсивное устройства двигателя (2 ч, тема 10)

6.1. Выходное устройство. Реактивное сопло.

6.2. Реверсивное устройство (РУ).

6.3. Система привода РУ: особенности конструкции, работа, возможные неисправности: : предупреждение, обнаружение и устранение.

6.4. Обслуживание РУ.

**ПР – 7.** Система смазки и суфлирования двигателя (2 ч, тема 11)

7.1. Назначение, состав, основные технические данные, принципиальная схема и работа системы.

7.2. Устройство и работа агрегатов системы, возможные неисправности : предупреждение, обнаружение и устранение.

7.3. Регулировки и обслуживание системы.

**ПР – 8.** Система топливопитания двигателя (2 ч, тема 12)

8.1. Назначение, состав, основные технические данные, принципиальная схема и работа системы топливопитания.

8.2. Устройство и работа агрегатов системы топливопитания, возможные неисправности: обнаружение и устранение.

8.3. Регулировки и обслуживание системы топливопитания.

**ПР – 9.** Контроль технического состояния двигателя (2 ч, темы 13,16)

9.1. Контролируемые параметры АД. Аппаратура контроля параметров двигателя.

9.2. Диагностическая обработка параметрической информации.

9.3. Типичные неисправности АД, их признаки, обнаружение и устранение.

## **10. Контрольная работа, ее характеристика**

Целью контрольной работы является выработка у студента навыков и умений по:

- 1) изучению конкретных типов АД;
- 2) изучению особенностей эксплуатации конкретных типов АД;
- 3) сравнительному анализу конструкций узлов, систем АД и особенностей их технического обслуживания;

а также ознакомлению с технологическими картами (ТК) проведения работ по техническому обслуживанию.

Контрольная работа предусматривает выполнение четырех заданий:

1. Предложить мероприятия, направленные на повышение эффективности эксплуатации двигателя.

2. Выполнить сравнительный анализ конструкции и технического обслуживания узлов двух двигателей.

3. Выполнить сравнительный анализ конструкции и технического обслуживания систем двух двигателей.

4. Выполнить построение технологической карты с элементами графического описания на базе типовой технологической карты проведения работ по техническому обслуживанию.

Контрольная работа выполняется в соответствии с требованиями и рекомендациями [24] (см. раздел “Рекомендуемая литература”). Примерное время на выполнение контрольной работы – около 30 ч.

#### Использованная литература

Методические рекомендации преподавателям по подготовке к изданию пособия к изучению учебной дисциплины./Составители: А.Л.Ермаков, Н.А.Бородин, В.М.Гарбузов.-М.:МГТУ ГА, 2008.