

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

Б.А. Чичков

**КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АД**

Пособие по изучению дисциплины

*для студентов специальности 160901  
заочной формы обучения*

**Москва - 2008**

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 специальности 160901  
заочной формы обучения*

Москва - 2008

Пособие по дисциплине “Конструкция и техническое обслуживание АД” для студентов специальности 160901 заочной формы обучения издается в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры “Двигатели летательных аппаратов” и методическим советом механического факультета (февраль 2008 г.)

Научный редактор, рецензент: д.т.н., проф. Б.П. Умушкин

## **1. Цель и задачи дисциплины.**

### **1.1. Цель преподавания дисциплины.**

Учебная дисциплина «Конструкция и ТО АД» является специальной дисциплиной в системе практической 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), а также освоение инженерных знаний и умений по техническому обслуживанию (ТО) АД.

В практической части дисциплины рабочая программа предусматривает изучение вопросов конструкции и технического обслуживания применительно к двигателям типа Д-30КУ (КП), Д-30 КУ-154, НК-86, вспомогательных силовых установок ТА-6А, ВСУ-10, ознакомление с особенностями конструкции и эксплуатации двигателей типа ПС-90А, НК-8-2У.

Изучение дисциплины является одним из основных этапов подготовки к освоению работ по оперативной и периодической формам ТО, а также поиску и устранению неисправностей АД.

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

#### *1.2.1. Иметь представление:*

1) об основных научно-технических проблемах существующих конструкций, перспективах развития авиадвигателей 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;
- 4) контролепригодности АД;
- 5) о двигателях модульной конструкции и особенностях их технической эксплуатации;
- 6) о тенденциях развития конструктивно-компоновочных схем современных АД;
- 7) о процедурах принятия решений о допуске АД к использованию по назначению.

#### *1.2.2. Знать:*

- 1) особенности конструкции и технической эксплуатации серийных отечественных и зарубежных АД;
- 2) методы организации технического обслуживания АД;
- 3) технические данные изучаемых двигателей;
- 4) правила эксплуатации двигателей на земле;
- 5) возможные неисправности, методы диагностики и способы устранения неисправностей;
- 6) сведения о консервации АД и их агрегатов, а также сведения об их хранении;
- 7) документацию по ТО АД.

#### *1.2.3. Уметь:*

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

#### *1.2.4. Иметь опыт:*

организации процесса ТО АД, выявления неисправностей и дефектов в процессе эксплуатации.

## 2. Объем дисциплины и виды учебной работы.

Таблица 1

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	курс
		5
Общая трудоемкость дисциплины	190	190
Аудиторные занятия	22	22
Лекции (Л)	4	4
Практические работы (ПР)	18	18
Самостоятельная работа	168	168
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)		Дифф.зачет

## 3. Содержание дисциплины.

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

Таблица 2

Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ
1	Общие вопросы конструкции, работы и ТО АД. Конструкция и работа узлов, систем и агрегатов типов ГТД	*	*
2	Надежность и техническое обслуживание авиационных ГТД	*	*
3	Организация эксплуатации ГТД в условиях организаций по ТОиР	*	*

### 3.2. *Лекции* (4 ч)

Лекция 1. Особенности конструкции и технической эксплуатации основных узлов отечественных и зарубежных АД (2 часа).

Лекция 2. Особенности конструкции и технической эксплуатации основных систем отечественных и зарубежных АД (2 часа).

Литература: [2]

### 3.3. *Перечень практических работ* и их объем в часах:

Примечание .

Под термином "двигатель" далее понимаются двигатели Д-30КУ, КУ-154, КП, НК-86. Литература: см. раздел 5 - в зависимости от типа двигателя.

**ПР – 1.** Основные технические данные двигателя и характеристики регламента и процессов ТО двигателя (2 час).

**ПР – 2.** Компрессор двигателя (2 часа)

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: обнаружение и устранение.

2.4. Обслуживание КВД.

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

3.1. Разделительный корпус: особенности конструкции, возможные неисправности.

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

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

**ПР – 4.** Камера сгорания двигателя (2 час)

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

4.2. Обслуживание КС.

**ПР – 5.** Турбина двигателя (2 часа)

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

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

5.3. Обслуживание турбин.

**ПР – 6.** Выходное и реверсивное устройства двигателя (2 часа)

6.1. Выходное устройство. Реактивное сопло.

6.2. Реверсивное устройство (РУ).

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

6.4. Обслуживание РУ.

**ПР – 7.** Система смазки и суфлирования двигателя (2 часа)

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

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

7.3. Регулировки и обслуживание системы.

**ПР – 8.** Система топливопитания двигателя (2 часа)

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 часа)

9.1. Контролируемые параметры АД. Аппаратура контроля параметров двигателя.

9.2. Диагностическая обработка параметрической информации.

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

Литература: также [21,23,24]

#### **4. Контрольная работа**

Контрольная работа выполняется в соответствии с требованиями и рекомендациями [3].

#### **5. Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу (168 ч)**

Литература: [2,9,10,11], опорный конспект - [5,6,7,8]

1. Конструктивно-компоновочные и силовые схемы ГТД. Тенденции развития.
2. Влияние конструктивно-компоновочной и силовой схемы ГТД на эксплуатационные характеристики воздушного судна и эффективность процесса технической эксплуатации в целом.
3. Особенности конструкций и эксплуатации узлов отечественных и зарубежных АД. Сравнительный анализ.
4. Влияние особенностей конструкций и эксплуатации узлов АД на эксплуатационные показатели.
5. Особенности конструкций и эксплуатации систем отечественных и зарубежных АД. Сравнительный анализ.

6. Влияние особенностей конструкций и эксплуатации систем на эксплуатационные показатели.
7. Эксплуатационная надежность. Способы повышения эксплуатационной надежности в рамках авиационной транспортной системы, системы ТОиР, системы ТО предприятия.
8. Стратегии и программы ТО авиационных ГТД.
9. Особенности конструкции двигателей модульной конструкции.
10. Особенности организации ТО двигателей модульной конструкции.
11. Особенности гарантийных программ и гарантийных обязательств.
12. Эксплуатационная технологичность АД.
13. Влияние эксплуатационной технологичности на показатели эффективности процесса технической эксплуатации.
14. Конструктивные мероприятия по обеспечению эксплуатационной технологичности авиационных ГТД.
15. Особенности систем диагностирования отечественных и зарубежных авиационных ГТД.
16. Основные технические данные двигателя и их сравнение с отечественными и зарубежными аналогами .
17. Назначение и состав двигателя .
18. Основные режимы работы двигателя.
19. Дроссельная, высотная и скоростная характеристики двигателя.
20. Эксплуатационные ограничения и особенности конструкции.
21. Схема силового корпуса (СК) двигателя, основные элементы, крепление к СК входного и выходного устройств, коробок приводов, узлов подвески.
22. Конструкция узлов подвески, передача осевых и радиальных усилий.
23. Силовая схема ротора двигателя.
24. Обслуживание силовых элементов и узлов подвески двигателя.
25. Компрессор низкого давления.

26. Назначение, состав, работа и основные технические данные компрессора низкого давления двигателя.
27. Конструкция статора КНД двигателя.
28. Конструкция ротора КНД двигателя.
29. Опоры ротора КНД. Работа упруго-демпферной опоры.
30. Обслуживание КНД.
31. Возможные неисправности КНД, их устранение.
32. Допустимые повреждения лопаток КНД.
33. Назначение, состав, работа и основные технические данные компрессора высокого давления (КВД).
34. Конструкция статора КВД.
35. Конструкция ротора КВД.
36. Входной направляющий аппарат КВД.
37. Клапаны перепуска воздуха.
38. Отбор воздуха от КВД.
39. Обслуживание КВД.
40. Возможные неисправности КВД, устранение.
41. Разделительный корпус. Назначение, основные детали и узлы размещенные на разделительном корпусе.
42. Центральный привод и коробки приводов. Размещение и назначение центрального привода. Основные детали, условия работы. Смазка и охлаждение деталей центрального привода.
43. Обслуживание разделительного корпуса.
44. Назначение и размещение коробок приводов. Кинематическая схема коробки приводов. Размещение агрегатов на коробке приводов. Назначение агрегатов, получающих привод от коробок приводов.
45. Обслуживание коробок приводов.
46. Возможные неисправности коробок приводов .

47. Назначение, состав, основные технические данные системы отбора воздуха.
48. Отбор воздуха в систему кондиционирования, противообледенительную систему, на наддув и охлаждение элементов ГТД, в дренажную систему и систему автоматического управления.
49. Отбор воздуха из тракта двигателя, размещение заборных элементов, основных магистралей, распределительные и запорные устройства. Работа систем и ограничения.
50. Обслуживание системы отбора воздуха.
51. Возможные неисправности в системе отбора воздуха.
52. Камера сгорания, назначение, основные элементы и работа камеры сгорания (КС).
53. Жаровая(-ые) труба(-ы) и корпус КС. Крепление КС. Воспламенение горючей смеси в КС. Запальные свечи (Д-30КУ). Воспламенители (НК-8,8-2,86).
54. Способы контроля технического состояния КС .
55. Работы по ТО КС.
56. Возможные неисправности КС, их обнаружение и устранение.
57. Турбина двигателя.
58. Турбина высокого давления.
59. Назначение, состав, работа и основные технические данные турбины высокого давления (ТВД).
60. Конструкция статора ТВД.
61. Ротор ТВД, соединение с валом КВД. Крепление дисков и лопаток. Фиксация. Опоры ротора ТВД.
62. Охлаждение элементов ТВД. Применяемые материалы.
63. Турбина низкого давления.
64. Назначение, состав, работа и основные технические данные турбины низкого давления (ТНД).

65. Конструкция статора ТНД.
66. Ротор ТНД, соединение с валом КНД. Крепление дисков и лопаток. Фиксация. Опоры ротора ТНД.
67. Охлаждение элементов ТНД. Применяемые материалы.
68. Управление радиальными зазорами в турбине.
69. Обслуживание турбин.
70. Возможные неисправности турбин, их поиск и устранение.
71. Назначение, состав, работа выходного устройства (ВУ). Особенности конструкции .
72. Система шумоглушения.
73. Назначение, тип, состав и работа реверсивного устройства (РУ).
74. Конструкция подвижной и неподвижной частей РУ. Контроль положения РУ.
75. Порядок включения РУ.
76. Уравнительный механизм (синхронизатор). Работа системы .
77. Обслуживание РУ.
78. Возможные неисправности реверсивного устройства, их поиск и устранение.
79. Назначение, состав, основные технические данные, принципиальная схема и работа системы смазки. Применяемые масла.
80. Конструкция и работа агрегатов системы смазки.
81. Система суфлирования: назначение, схема, основные агрегаты (конструкция и работа).
82. Основные контролируемые параметры масляной системы. Датчики и приборы контроля параметров.
83. Регулировки и обслуживание масляной системы.
84. Возможные неисправности масляной системы и способы их устранения.

85. Назначение, состав, основные технические данные, принципиальная схема и работа системы топливопитания. Магистралы высокого и низкого давления.
86. Устройство и работа агрегатов системы топливопитания. Краткие характеристики, назначение, условия работы, требования.
87. Правила хранения и транспортировки агрегатов системы топливопитания.
88. Дренажная система. Основные требования к системе дренажа, состав, принципиальная схема.
89. Регулировки и обслуживание топливной системы.
90. Возможные неисправности топливной системы и способы их устранения.
91. Законы регулирования, состав, основные технические данные, принципиальная схема и работа системы автоматического управления. Агрегаты САУ. Назначение, конструкция, принципы работы и связи.
92. Состав, работа насоса-регулятора двигателя.
93. Регулирование режимов. Перечень и технология проведения разрешенных регулировок на двигателе в условиях эксплуатационного предприятия.
94. Назначение, технические данные, состав и принцип действия системы запуска двигателя .
95. Работа системы запуска при запуске ГТД на земле и в полете.
96. Ложный запуск. Холодная прокрутка.
97. Назначение, краткие технические данные, устройство и работа агрегатов системы запуска.
98. Воздушный стартер: конструкция, работа, контроль параметров, расположение на двигателе.
99. Агрегат зажигания, свеча. Блок автоматического запуска.
100. Регулировки и обслуживание системы запуска.
101. Возможные неисправности системы запуска.

102. График опробывания двигателя.
103. Хранение и замена двигателя.
104. Консервация двигателя.
105. Требования к условиям хранения и транспортировки двигателя.
106. Расположение транспортировочных и монтажных узлов на двигателе. Силовая транспортировочная рама, транспортировочный ящик.
107. Замена двигателя в условиях эксплуатационного предприятия, применяемые приспособления и устройства.
108. Контролируемые параметры АД. Диагностическая ценность параметров
109. Аппаратура контроля газодинамических параметров. Общие сведения. Перечень измеряемых параметров. Перечень сигнализаций, контролирующей работу двигателя. Отображение информации о состоянии АД в кабине пилотов и на МСРП. Датчики и приборы контроля газодинамических параметров АД.
110. Аппаратура контроля параметров систем двигателя. Общие сведения. Перечень измеряемых параметров. Перечень сигнализаций, контролирующей работу двигателя. Отображение информации о состоянии АД в кабине пилотов и на МСРП. Датчики и приборы контроля систем двигателя.
111. Контроль уровня вибраций двигателя. Возможные причины повышения уровня вибраций. Последствия. Датчики контроля вибрации, их размещение на двигателе, принцип работы, основные технические данные. Аппаратура измерения вибраций: состав, работа, основные агрегаты: вибропреобразовыватели, указатель вибрации. Отображение информации в кабине экипажа и на МСРП.
112. Обслуживание и регулировки системы контроля параметров двигателя. Замена датчиков и агрегатов системы. Проверка работоспособности и точности измерений приборов контроля работы двигателей.
113. Основные неисправности датчиков, сигнализаторов и способы их устранения. Замена основных элементов системы контроля параметров.

114. Диагностическая обработка параметрической информации в условиях лаборатории диагностики эксплуатационного АП.
115. Назначение, основные технические данные, состав и работа ВСУ.
116. Виды отборов воздуха ВСУ. Параметры отбираемого воздуха.
117. Конструкция ВСУ.
118. Конструктивная схема ВСУ. Силовая схема ВСУ.
119. Конструкция компрессора ВСУ.
120. Конструкция камеры сгорания ВСУ. Особенности рабочего процесса.
121. Конструкция турбины компрессора ВСУ.
122. Конструкция свободной турбины (ВСУ-10).
123. Принципиальная схема отбора воздуха от ВСУ. Основные данные и размещение агрегатов системы отбора воздуха.
124. Устройство и работа агрегатов системы отбора воздуха от ВСУ.
125. Регулировки, выполняемые в системе отбора воздуха ВСУ.
126. Обслуживание системы отбора воздуха ВСУ.
127. Возможные неисправности в системе отбора воздуха ВСУ.
128. Масляная система ВСУ. Назначение, состав, схема, устройство агрегатов и работа масляной системы ВСУ. Применяемые масла.
129. Регулировки и обслуживание масляной системы ВСУ.
130. Возможные неисправности масляной системы ВСУ. Способы их устранения.
131. Назначение, состав, схема, устройство агрегатов и работа топливной системы ВСУ.
132. Агрегаты топливрегулирующей системы ВСУ : конструкция и работа.
133. Особенности работы ТС на этапах запуска, в случае прекращения запуска, при "холодной" прокрутке, "ложном" запуске, при останове двигателя.
134. Регулировки и обслуживание топливной системы ВСУ.

135. Возможные неисправности топливной системы ВСУ. Способы их устранения.
136. Система запуска ВСУ. Назначение, технические данные, состав и принцип действия системы запуска ВСУ.
137. Агрегаты системы запуска ВСУ : конструкция и работа.
138. Работа системы запуска ВСУ при выполнении ее основных функций.
139. Контроль работы системы запуска ВСУ.
140. Регулировки и обслуживание системы запуска ВСУ.
141. Возможные неисправности системы запуска ВСУ. Способы их устранения.
142. Работы при хранении ВСУ.
143. Работы по замене ВСУ.

## 5. Рекомендуемая литература

### *Основная литература*

1. Чичков Б.А. Конструкция и техническое обслуживание АД. Пособие по изучению дисциплины для студентов 5 курса специальности 130300 заочной формы обучения.-М.: МГТУ ГА, 2004.- 16 с.
2. Чичков Б.А. , Пивоваров В.А., Раков П.И. Конструкция и техническое обслуживание АД. Учебное пособие для студентов спец. 160901. –М.: МГТУ ГА, 2007.- 80 с.
3. Чичков Б.А. Пособие к выполнению контрольного задания по дисциплине “Конструкция и техническое обслуживание АД” для студентов 5 курса специальности 130300 заочной формы обучения.- М.: МГТУ ГА, 2003.- 21 с.
4. Пивоваров В.А., Белоусов Г.Г., Пенкин А.А. Конструкция ТРДД НК-86. -М.: МГТУ ГА, 2004.- 48 с.
5. Чичков Б.А. Журнал практических работ по дисциплине “Конструкция и техническое обслуживание ТРДД типа Д-30КУ (КП)”. Часть 1. –М.: МГТУ ГА, 2005.- 72 с.
6. Журнал практических работ по дисциплине “Конструкция и техническое обслуживание ТРДД типа Д-30КУ (КП)”. Часть 2. – 2007.- 90 с.
7. Журнал практических работ по дисциплине “Конструкция и техническое обслуживание ТРДД типа НК-86”. Часть 1.- 2007.- 56 с.
8. Журнал практических работ по дисциплине “Конструкция и техническое обслуживание ТРДД типа НК-86”. Часть 2. – 2007.- 61 с.
9. 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.- 288 с.

10. Фельдман Е.Л., Черкасов Л.А. Авиационный двухконтурный двигатель НК-86.- М.: Машиностроение, 1982.- 328 с.
11. Чичков Б.А. Конструкция и эксплуатация масляной системы ТРДД Д-30КУ(КП). Учебное пособие для студентов 5 и 4 курсов специальности 130300 всех форм обучения.- М.: МГТУ ГА, 1999.- 156 с.
12. Документация по конструкции и техническому обслуживанию типов двигателей в PDF-формате (на сервере МГТУ ГА).

*Дополнительная литература*

13. Хаустов И.Г., Фельдман Е.Л. Авиационный двухконтурный двигатель НК-8-2.- М.: Машиностроение, 1975.- 432 с.
14. Пивоваров В.А. Авиационный двигатель ПС-90А (особенности конструкции, работа, эксплуатация). Учебное пособие. - М.:МИИГА, 1989.-92 с.
15. Акуленко В.С., Иноземцев А.А., Соловьев Б.А. Авиационный газотурбинный двигатель ПС-90А. Учебное пособие.- Л.:ОЛАГА, 1990.-96 с.
16. Павловский Н.И. Вспомогательные силовые установки самолетов.-М.: Транспорт, 1977.- 240 с.
17. 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.- 60 с.
18. 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.- 60 с.

- 19.Смирнов Н.Н. и др. Техническая эксплуатация летательных аппаратов.Уч. для ВУЗов ГА.М.: Транспорт,1989.-423 с.
- 20.Гачурин В.А. Конструкция и летная эксплуатация двигателя Д-30КУ.- М. : Машиностроение, 1978.-168с.
- 21.Практическая диагностика авиационных газотурбинных двигателей. Под ред. В.Л. Степаненко - М.: Транспорт, 1985.-116 с.
- 22.Пивоваров В.А., Белоусов Г.Г., Померанцев Д.С., Пенкин А.А. Методы и средства опико-визуальной диагностики авиационных ГТД. Учебное пособие для студентов спец. 160901. – М.: МГТУ ГА, 2005.- 80 с.

## Содержание

1. Цель и задачи дисциплины.....
2. Объем дисциплины и виды учебной работы.....
3. Содержание дисциплины.....
4. Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу.....
5. Рекомендуемая литература.....