

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

Б.А.Чичков

КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Методические указания к проведению практических занятий
для студентов специальности 160901 всех форм обучения

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Кафедра двигателей летательных аппаратов

Б.А.Чичков

КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Методические указания к проведению практических занятий
для студентов специальности 160901 всех форм обучения

Москва – 2008

Пособие по дисциплине “Конструкция и техническое обслуживание АД” для студентов специальности 160901 всех форм обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры “Двигатели летательных аппаратов” 2007 г. и методическим советом механического факультета 2007 г.

Научный редактор, рецензент: д.т.н., проф. Чинючин Ю.М.

(зав. каф. ТЭЛА и АД МГТУ ГА)

Введение

Учебная дисциплина «Конструкция и 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 АД.

В практической части дисциплины рабочая программа предусматривает изучение упомянутых вопросов применительно к двигателям типа Д-30КУ (КП), Д-30 КУ-154, НК-86, а также вспомогательных силовых установок ТА-6А, ВСУ-10.

Изучение дисциплины является одним из этапов подготовки к практическому освоению работ по оперативному и периодическому ТО, а также поиску и устранению причин неисправностей АД при прохождении аэродромной практики в УАТЦ МГТУ ГА.

1.Перечень практических работ (ПР) и их объем в часах:

9-ый семестр (60 часов)

Примечание .

Под термином "двигатель" далее понимаются двигатели Д-30КУ, КУ-154, КП, НК-86; под термином "ВСУ" понимаются двигатели ТА-6А, ВСУ-10.

Литература: - см. соответствующие разделы РТЭ, Регламентов, Технологических указаний к выполнению работ по ТО из списка литературы настоящей программы.

Во всех

ПР – 1. Основные технические данные двигателя. Регламент и характеристики процессов ТО силовой установки. Хранение и замена двигателя (3 часа)

ПР – 2. Силовая схема, подвеска АД, особенности ТО (1 час).

ПР – 3. Компрессор низкого давления двигателя (6 часов)

3.1. Компрессор низкого давления: конструкция, возможные неисправности.

3.2. Обслуживание КНД при оперативных и периодических формах ТО.

ПР – 4. Компрессор высокого давления двигателя (6 часов)

4.1. Компрессор высокого давления: конструкция, возможные неисправности.

4.2. Обслуживание КВД при оперативных и периодических формах ТО.

ПР – 5. Разделительный корпус, центральный привод и коробки приводов.

Привод постоянных оборотов (10 часов)

5.1. Разделительный корпус: конструкция, возможные неисправности.

5.2. Центральный привод и коробки приводов: конструкция, возможные неисправности.

5.3. Привод постоянных оборотов: конструкция, возможные неисправности.

5.4. Контроль технического состояния приводов.

ПР – 6. Система отбора воздуха от двигателя (4 часа)

6.1. Назначение, состав и основные технические данные системы отбора воздуха

6.2. Устройство и работа элементов системы отбора воздуха

6.3. Обслуживание системы отбора воздуха

ПР – 6. Камера сгорания двигателя (8 часов)

6.1. Камера сгорания (КС) : конструкция, возможные неисправности.

6.2. Обслуживание КС

ПР – 7. Турбины двигателя (8 часов)

7.1. Турбина высокого давления: конструкция, возможные неисправности.

7.2. Турбина низкого давления: конструкция, возможные неисправности.

7.3. Обслуживание турбин

ПР – 8. Выходное и реверсивное устройства двигателя (14 часов)

8.1. Выходное устройство. Реактивное сопло

8.2. Реверсивное устройство (РУ) : конструкция, возможные неисправности.

8.3. Система привода РУ: конструкция, работа, возможные неисправности.

8.4. Обслуживание РУ

10-ый семестр (58 часов)

ПР - 9 Система смазки и суфлирования двигателя (8 часов)

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

9.2. Устройство и работа агрегатов системы

9.3. Регулировки и обслуживание системы

ПР – 10. Система топливопитания и автоматического управления двигателя (10 часов)

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

10.2. Устройство и работа агрегатов системы топливопитания

10.3. Дренажная система

10.4. Система автоматического управления двигателя

10.5. Законы регулирования, состав, основные технические данные, принципиальная схема и, работа системы автоматического управления

10.6. Насос-регулятор, агрегаты САР

10.7. Регулировки и обслуживание системы топливопитания и автоматического управления двигателя

ПР – 11. Система запуска двигателя (12 часов)

11.1. Назначение, технические данные, состав и принцип действия системы запуска

11.2. Устройство и работа агрегатов системы запуска

11.3. Регулировки и обслуживание системы запуска

11.4. Подготовка к запуску и запуск. Выключение двигателя

ПР – 13. Аппаратура контроля технического состояния двигателя (6 часов)

13.1. Контролируемые параметры АД. Аппаратура контроля термодинамических параметров двигателя

13.2. Виброаппаратура

13.3. Обслуживание и регулировки системы контроля параметров двигателя. 13.4. Диагностическая обработка параметрической информации

ПР – 16. Вспомогательная силовая установка (ВСУ)

(12 часов)

16.1. Общие сведения

Назначение, основные технические данные, состав, размещение, агрегатов и работа.

16.2. Конструкция

16.2.1. Конструкция компрессора, камеры сгорания и турбины

16.2.2 Система отбора воздуха

Устройство агрегатов системы Регулировки и обслуживание системы отбора воздуха

16.2.3 Масляная система. Назначение, состав, схема, устройство агрегатов и работа системы. Регулировки и обслуживание масляной системы

ПР –17. Топливная система и система запуска ВСУ (6 часов)

Назначение, состав, схема, устройство агрегатов и работа ТС. Регулировки и обслуживание топливной системы.

Система запуска. 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.

2.3. Перечень деловых игр:

ДИ – 1 (ПР-19) (4 ч)

Поиск основных неисправностей АД по характерным проявлениям.

Выработка мероприятий по их устранению

Литература: [1,2,3,12,15,16,22]

РЕКОМЕНДАЦИИ К ОРГАНИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Во время практических занятий в классах авиационных двигателей студент должен закрепить знания, полученные в ходе самостоятельной подготовки.

В процессе подготовки должны быть использованы как работы [], так должны быть получены навыки по работе с “первоисточниками” – техническими описаниями [], руководствами по техническому обслуживанию [], регламентами [] и технологическими указаниями к проведению работ [], включая их электронные версии.

Перечень изучаемых разделов в соответствии с приведенной выше тематикой практических занятий и опорный конспект занятий представлены в методических разработках (журналах) к проведению практических занятий [].

Комплект отчета по практическим работам включает в себя:

Заполненный журнал практических работ

распечатку выдержек из Регламента в разделах касающихся силовой установки

отдельные технологические карты к проведению работ по обслуживанию узлов и агрегатов двигателя.

Помимо заполнения разделов журнала и ответов на поставленные в нем вопросы при изучении узлов и систем двигателей рекомендуется выписать наименования основных деталей (для узлов), всех агрегатов и датчиков изучаемой системы после чего, в процессе самостоятельной подготовки, на макете двигателя многократно установить местоположение изучаемых элементов, вспомнить их назначение и технические характеристики, особенности режимов функционирования и технического обслуживания (регулирующих работ, если проводятся).

Следует рассмотреть типичные неисправности узлов и систем, их признаки, способы обнаружения и устранения.

1. Рекомендуемая литература

ЖУРНАЛ

ЖУРНАЛ (В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ ПОЛУЧАЕТСЯ НА КАФЕДРЕ)

ЖУРНАЛ (В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ ПОЛУЧАЕТСЯ НА КАФЕДРЕ)

ЖУРНАЛ (В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ ПОЛУЧАЕТСЯ НА КАФЕДРЕ)

Основная литература

(доступная в библиотеке МГТУ ГА)

1. Лозицкий Л.П., Авдошко М.Д., Березлев В.Ф. и др. Авиационные двухконтурные двигатели Д-30КУ и Д-30КП (конструкция, надёжность и опыт эксплуатации)- М.: Машиностроение, 1988. – 288 с.
2. Фельдман Е.Л., Черкасов Л.А. Авиационный двухконтурный двигатель НК-86.–М.: Машиностроение, 1982.-328 с.
3. Хаустов И.Г., Фельдман Е.Л. Авиационный двухконтурный двигатель НК-82.–М.: Машиностроение, 1975.-332 с.
4. Павловский Н.И. Вспомогательные силовые установки самолётов. - М.: Транспорт, 1977.-240 с.

Дополнительная литература и для лекций

5. Авиационный двухконтурный турбореактивный двигатель Д-30КУ. Руководство по технической эксплуатации 40ИЭ-14.
6. Авиационный двухконтурный турбореактивный двигатель Д-30КУ. Техническое описание 4ОТО-6. В 2 кн. Кн.2. Пермь: Предприятие п/я Р6837. 1971.-450 с.
7. Турбореактивный двигатель НК-86. Техническое описание 86.000.0002ТО. Предприятие п/я Р6639. 1978.-182 с.
8. Двигатель НК-86. Руководство по технической эксплуатации. Предприятие п/я Р6639.1978г.-561 с.
9. Конструкция и летная эксплуатация двигателя Д-30КУ. -М.: Машиностроение, 1978.-168 с.
10. Акуленко В.С., Иноземцев А.А., Соловьев Б.А. Авиационный газотурбинный двигатель ПС-90А. Учебное пособие.- Л.:ОЛАГА,1990.-96 с.

11. Смирнов Н.Н. и др. Техническая эксплуатация летательных аппаратов. Уч. для ВУЗов Г.А.М.:“Транспорт”, 1989.-423 с.
12. Смирнов Н.Н. Чинючин Ю.М. Эксплуатационная технологичность летательных аппаратов. –М.: Транспорт, 1994. –256 с.
13. Смирнов Н.Н. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию: М. Транспорт, 1987. –272 с.
14. Практическая диагностика авиационных газотурбинных двигателей. / Под редакцией Степаненко В.Л. – М.: транспорт, 1985.-103 с.
15. Методика 41-00-815ПМ117-2. “Двигатели семейства Д30. Диагностическая обработка параметров, измеряемых в эксплуатации”. –М.:ГосНИИГА, 1988.- 43 с.
16. PW4000. Electronic Engine Control. Description, Interlocation and Fault isolation (747-400/767-300 installations). Training Guide. July 1993. –626 p.
17. Технологические указания по замене агрегатов на самолётах Ил-62, Ил-62М. Часть 5 кн.2. М.:Воздушный транспорт,1985.
18. Действующие бюллетени по ТО

Кафедральные разработки по дисциплине

19. Пивоваров В.А. Авиационный двигатель ПС-90А (особенности конструкции, работа, эксплуатация). Учебное пособие. – М.:МИИГА,1989.- 92 с.
20. Чичков Б.А. Конструкция и эксплуатация масляной системы ТРДД Д-30КУ(КП). Учебное пособие.-М.: МГТУ ГА, 1999.- 156 с.
21. Чичков Б.А. “Рабочие лопатки авиационных ГТД (эксплуатация).Часть 1. эксплуатационная повреждаемость рабочих лопаток.” – М.: МГТУ ГА, 2000.- 60 с.
22. Чичков Б.А. “Рабочие лопатки авиационных ГТД (эксплуатация).Часть 2,3 Контроль работоспособности рабочих лопаток. Ремонт и замена рабочих лопаток в эксплуатации. –М.: МГТУ ГА, 2002.- 60 с.

23. Чичков Б.А. Пособие к выполнению контрольной работы по дисциплине “Конструкция и техническое обслуживание АД” для студентов 5 курса специальности 130300 заочной формы обучения.- М.: МГТУ ГА, 2002.- 20 с.
24. Чичков Б.А. Методические указания к изучению дисциплины “Конструкция и техническое обслуживание АД” для студентов 5 курса специальности 130300 заочной формы обучения.-М.: МГТУ ГА,2003.- 16 с.
25. Пивоваров В.А., Белоусов Г.Г., Пенкин А.А. Конструкция ТРДД НК-86. –М.: МГТУ ГА, 2004.- 48 с.
26. Журнал лабораторных работ по дисциплине “Конструкция и техническое обслуживание АД”. Часть 1. –М.: МГТУ ГА, 2005.- 72 с.
27. Модели и параметрическая диагностика авиационных двигателей. Учебное пособие. Часть 1. Для магистров по направлению 552000 "Эксплуатация авиационной и космической техники" и аспирантов спец. 05.22.14.-М.: МГТУ ГА, 2004. -96 с.
28. Пивоваров В.А., Чичков Б.А. Конструкция и техническое обслуживание АД. Часть 1. Учебное пособие для студентов спец. 130300, магистрантов по направлению 552000 «Эксплуатация авиационной и космической техники» и аспирантов спец. 05.22.14. – М.: МГТУ ГА, 2006.- 80 с. (в разработке)

2. Перечень электронных средств обучения

- 4.1. Конструкция и эксплуатация масляной системы ТРДД Д-30КУ(КП). – HTML –документ.
- 4.2. Документация по конструкции и техническому обслуживанию типов АД в PDF-формате.

3. Рекомендации к организации занятий

Занятия рекомендуется проводить по подгруппам не более 15 человек с делением на бригады по 3 человека.

Контроль. Самоконтроль – описать действия по слайдам, не вызывая всплывающих комментариев. Затем проверить себя, вызвав указанные комментарии.

Задание.

Ознакомьтесь с возможными неисправностями пусковой системы, способами их обнаружения и устранения [1, с. 220-223].

Контрольные вопросы

1. Что понимается под запуском двигателя?
2. Требования, предъявляемые к системам запуска?
3. Тип системы запуска двигателей Д-30КП на самолете Ил-76 (Т,ТД) ?
4. Состав, назначение и особенности конструкции основных агрегатов и элементов системы запуска двигателей Д-30КП ?
5. Где размещены выключатели стартера. Их назначение?
6. Источники сжатого воздуха для запуска двигателей Д-30КП ?
7. Перечислите этапы запуска двигателей Д-30КП, охарактеризуйте их особенности и приведите уравнения моментов.
8. Какова нормальная продолжительность запуска на земле?
9. Каковы значения температуры и давления воздуха на входе в стартер?
10. На каких оборотах происходит отключение стартера?

11. Особенности запуска двигателя на земле и в полете?
12. С какой целью выполняется холодная прокрутка и в чем ее отличие от запуска двигателя на земле?
13. С какой целью выполняется ложный запуск и в чем его отличие от запуска двигателя на земле?
14. Какова продолжительность временных циклов и особенность режима работы системы запуска?
15. Дать характеристику горячего и холодного “зависания” в процессе запуска двигателя. Какое из них, на Ваш взгляд, более опасно? Ваши действия в случаях “зависания”?
16. В каких случаях выполняют аварийное (экстренное) выключение двигателя?
17. Охарактеризуйте график опробования двигателя.
18. Какие сигнальные лампы и в каком порядке срабатывают в процессе запуска двигателя?
19. Какие сигнальные лампы и в каком порядке срабатывают в процессе опробования двигателя?
20. На каком режиме и с какой целью следует проработать после проверки работы реверсивного устройства в процессе опробования?
21. Порядок определения и нормальное время выбега ротора ВД при останове двигателя?
22. К чему может привести выключение двигателя закрытием пожарного крана и Ваши действия после такого останова?
23. Ваши действия при самопроизвольном включении реверсивного устройства?
24. Покажите размещение элементов системы запуска на двигателе Д-30КП и охарактеризуйте размещение элементов системы запуска на самолете.
25. Для чего предназначен воздушный стартер?

26. Перечислите основные узлы воздушного стартера и опишите их назначение.
27. Как осуществляется смазка стартера?
28. Опишите порядок работы элементов управления воздушного стартера.
29. Опишите каким образом осуществляется поддержание постоянного давления перед сопловым аппаратом турбины стартера.
30. Охарактеризуйте назначение электрической системы зажигания и перечислите ее основные элементы.
31. Назначение, особенности конструкции и работы свечи?
32. Дайте характеристику Регламента технического обслуживания самолета Ил-76.
33. Какие работы следует выполнить при оперативном техническом обслуживании двигателя?
34. Какие работы следует выполнить при периодическом техническом обслуживании двигателя?
35. В чем состоят особенности технологии проведения работ по ТО при снятии, осмотре, промывке и установке воздушных фильтров в магистралях подвода воздуха к автомату запуска и автомату приемистости?
36. Охарактеризуйте техническое обслуживание воздушного стартера СтВ-3Т?
37. В чем состоят особенности технологии проведения работ по ТО при промывке втулки-фильтра командного узла стартера?
38. Перечислите допустимые регулировочные работы в системе запуска.
39. Опишите порядок регулировки частоты вращения отключения воздушного стартера.
40. Опишите порядок демонтажа и монтажа воздушного стартера.
41. Классифицируйте типичные неисправности системы запуска.
42. Опишите возможные причины и способы устранения неисправностей:
 - при нажатии на кнопку “Запуск на земле” панель запуска не вступает в работу;

- при нажатии на кнопку “Запуск на земле” панель запуска работает, а воздушный стартер не включается в работу;
- не открылась заслонка воздушного стартера или гильза дублирующей приставки не фиксируется штифтом переходника;
- воздушный стартер отключается при запуске на первых секундах;
- воздушный стартер отключается при запуске на первых секундах и загорается сигнальная лампа “Опасные обороты стартера”;
- во время запуска загорается сигнальная лампа “Опасные обороты стартера”;
- воздушный стартер отключается ранее 56 ± 4 сек. при оборотах ротора второго каскада компрессора ниже $43^{+1}_{-2} \% (4700^{+100}_{-200} \text{ об/мин})$;
- не воспламеняется топливо в камере сгорания;
- при запуске двигатель "зависает" на оборотах ниже оборотов малого газа. Нет роста давления топлива после первоначального броска и роста температуры газа за турбиной;
- при запуске в полете двигатель не выходит на обороты малого газа;
- нет подачи топлива при запуске;
- при запуске двигателя падает давление топлива на входе в насос-регулятор;
- загорается сигнальная лампа повышенного перепада давления в фильтрах ТМР;
- время выхода двигателя на режим малого газа больше 80 секунд;
- высокая температура газа за турбиной двигателя в начале запуска на оборотах 23-27,5 % (2500-3000 об/мин);
- высокая температура газа за турбиной двигателя в конце запуска на оборотах выше 27,5 % (3000 об/мин).

43. Перечислите меры безопасности при проведении работ по техническому обслуживанию системы запуска.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.- 288с.
2. Бюллетень №687-БД-Г. Двигатели Д-30КП, Д-30КП-2. Оборудование двигателей заслонкой перекрывной ЗП-44. Введен в действие 11.07.02.- 8 с.
3. Двигатель Д-30КП-2. Инструкция по технической эксплуатации. Изд-во разработчика, 1989.-982 с.
4. Ил-76Т(ТД). Руководство по летной эксплуатации. Книга 2. Часть 1.- М.: МГА СССР, 1984.-505 с.
5. Регламент технического обслуживания самолетов Ил-76Т, ТД. Оперативные формы. - М.: ДВТ МТ РФ, 1994.-124 с.
6. Регламент технического обслуживания самолетов Ил-76, Ил-76Т, ТД. Периодические формы. - М.: ГУЭРАТ МГА, 1982.-316 с.
7. Самолет Ил-76Т. Технология выполнения регламентных работ. Выпуск 5, 1980.- 80 с.
8. Самолет Ил-76Т. Технология выполнения регламентных работ. Выпуск 6, 1981.- 310 с.
9. Самолет Ил-76Т. Технология выполнения регламентных работ. Выпуск 18, 1981.- 80 с.
10. Технологические указания по выполнению регламентных работ на самолете Ил-76Т. Выпуск 1, 1980.- 533 с.
11. Чинючин Ю.М. Запуск и опробование авиационных двигателей. Технологические основы: Текст лекций. Часть VI.- М.: МГТУ ГА, 1998.-96 с.
12. Павловский Н.И. Вспомогательные силовые установки самолётов. - М.: Транспорт, 1977.-240 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Цели работы.....	4
1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССА ЗАПУСКА.....	4
1.1. Особенности запуска двигателя на земле.....	5
1.2. Особенности ложного запуска двигателя.....	6
1.3. Особенности холодной прокрутки.....	6
1.4. Особенности запуска двигателя в полете.....	7
1.5. Продолжительность временных циклов и режим работы системы.....	7
1.6. Аварийное выключение двигателя.....	7
Задания.....	8
2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАПУСКА.....	11
2.1. Оперативное техническое обслуживание.....	11
2.2. Периодическое техническое обслуживание.....	11
2.3. Особенности проведения работ по ТО	12
2.3.1. Снятие, осмотр, промывка и установка воздушных фильтров в магистралях подвода воздуха к автомату запуска и автомату приемистости.....	12
2.3.2. Техническое обслуживание воздушного стартера СтВ-3Т.....	14
2.3.2.1. Промывка втулки-фильтра командного узла стартера.....	16
2.3.3. Регулировки системы запуска.....	16
2.3.3.1. Регулировка частоты вращения отключения воздушного стартера.....	17
2.3.3.2. Регулировка частоты вращения ротора ВД на режиме малого газа.....	18
Задание.....	18

2.3.4. Демонтаж / монтаж стартера.....	19
Задания.....	20
3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ “ЗАПУСК И ОПРОБОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ НА САМОЛЕТЕ ИЛ-76”.....	20
3.1. Порядок работы с обучающей системой “Запуск и опробование двигателей Д-30КП на самолете Ил-76”.....	21
Задания.....	23
Контрольные вопросы.....	23
Литература.....	26