

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Б.А. Чичков

**ПОСОБИЕ к ВЫПОЛНЕНИЮ
КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
“КОНСТРУКЦИЯ и ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБСЛУЖИВАНИЕ ЛА и АД”**

*для студентов 5 курса
специальности 130300
заочной формы обучения*

Москва - 2008

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РФ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Кафедра двигателей летательных аппаратов

Б.А. Чичков

**ПОСОБИЕ к ВЫПОЛНЕНИЮ
КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
“КОНСТРУКЦИЯ и ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБСЛУЖИВАНИЕ ЛА и АД”**

*для студентов 5 курса
специальности 130300
заочной формы обучения*

Москва - 2008

Пособие по дисциплине “Конструкция и техническое обслуживание АД” для студентов 5 курса специальности 160901 заочной формы обучения издается в соответствии с рабочей программой дисциплины.

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

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

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

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

- 1) изучению конкретных типов авиационных двигателей (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.

Изложение должно сопровождаться графической частью, которая может представлять из себя эскизы, выполненные от руки или графические фрагменты, полученные ксерокопированием/сканированием с обязательным последующим выделением на них (вручную или в графическом редакторе) особенностей изучаемых конструкций и предлагаемых элементов (рекомендуется дать и текстовый комментарий непосредственно на поле эскиза (фрагмента)) - можно “от руки”.

Суммарный объем работы - порядка 15-20 листов формата А4 и не менее одного листа формата А3 (без учета приложений).

Оформление работы - в соответствии с требованиями к оформлению контрольных домашних заданий, принятыми в МГТУ ГА.

2. ВЫБОР НОМЕРОВ ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЙ

Выбор номера варианта задания осуществляется на основании номера зачетной книжки, фамилии и имени студента с использованием следующего соответствия “буква-цифра”: А-1, Б-2 В-3, Г-4, Д-5, Е-6, Ё-7, Ж-8, З-9, И, Й-10, К-11, Л-12, М-13, Н-14, О-15, П-16, Р-17, С-18, Т-19, У-20, Ф-21, Х-22, Ц-23, Ч-24, Ш-25, Щ-26, Э-27, Ю-28, Я-29.

Для выбора номера варианта задания:

а) определить число $Ч_1$, соответствующее первой букве фамилии студента по “соответствию”, приведенному выше;

б) определить число $Ч_2$, соответствующее второй букве фамилии студента по “соответствию”;

в) определить число $Ч_3$, соответствующее первой букве имени студента по “соответствию”;

г) число $Ч_4$ равно последней цифре номера зачетной книжки.

1. для задания 1 -

номер варианта задания $N_1 = Ч_1 + Ч_2$;

Марка двигателя (МД) (тип) выбирается в зависимости от последней цифры номера зачетной книжки следующим образом (цифра - марка двигателя): 0,1,8 – Д-30КУ(КП) [1,14]; 2,3,7 - НК-86 [3]; 4,5 - НК-8-2У [2]; 6,9 - ПС-90А [4,5].

Если $N_1 > 26$, то $N_1 = N_1 - Ч_3$.

2. для задания 2 -

номер варианта задания $N_2 = Ч_1 + Ч_3 + Ч_4$;

3. для задания 3 -

номер варианта задания $N_3 = Ч_1 + Ч_2 + Ч_3$;

4. для задания 4 -

номер варианта задания $N_4 = Ч_1 + Ч_3$.

Например, для студента Иванова Петра Степановича, имеющего номер зачетной книжки 98024:

$Ч_1 = 10$, $Ч_2 = 3$, $Ч_3 = 16$, $Ч_4 = 4$.

Тогда $N_1 = 10 + 3 = 13$; $N_2 = 10 + 16 + 4 = 30$; $N_3 = 10 + 3 + 16 = 29$; $N_4 = 10 + 16 = 26$.

МД = НК-8-2У.

Если полученный номер превышает максимальный, имеющийся в соответствующем задании, то для определения номера задания - полученное выше значение номера разделить пополам и округлить в большую сторону.

В отдельных случаях, по согласованию с преподавателем (*во время сессии 4 курса*), возможна персонафикация задания с учетом того, эксплуатацией каких авиадвигателей занимается студент.

Задание 1.

Предложить мероприятия, направленные на повышение эффективности эксплуатации [7] двигателя (исходные данные – в табл. 1).

При решении задания необходимо:

- а) дать краткую характеристику существующей конструкции;
- б) охарактеризовать заданную группу мероприятий с позиций процесса технической эксплуатации (дать определение, описать составляющие группы, охарактеризовать влияние отдельных составляющих на показатели эффективности процесса технической эксплуатации);
- в) определить особенности конструкции, негативно влияющие на эффективность эксплуатации по заданной группе;
- г) предложить мероприятия, которые позволили бы повысить эффективность эксплуатации по группе мероприятий, заданной в табл. 1.

Таблица 1.

Исходные данные для задания 1

Номер варианта	Двигатель	Группа мероприятий	Узел или система
1	2	3	4
1	МД	повышение эксплуатационной технологичности (ЭТ) [12]	компрессор низкого давления
2	МД	повышение ЭТ	компрессор высокого давления

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
3	МД	повышение ЭТ	камера сгорания
4	МД	повышение ЭТ	турбина высокого давления
5	МД	повышение ЭТ	турбина низкого давления
6	МД	повышение ЭТ	реверсивное устройство
7	МД	повышение ЭТ	система смазки
8	МД	повышение ЭТ	система суфлирования
9	МД	повышение ЭТ	топливная система
10	МД	повышение ЭТ	противообледенительная система
11	МД	повышение ЭТ	система управления радиальными зазорами
12	МД	повышение ЭТ	система контроля и регистрации параметров
13	МД	повышение эксплуатационной надежности (ЭН) [13,7]	компрессор низкого давления
14	МД	повышение ЭН	компрессор высокого давления
15	МД	повышение ЭН	камера сгорания
16	МД	повышение ЭН	турбина высокого давления
17	МД	повышение ЭН	турбина низкого давления
18	МД	повышение ЭН	реверсивное устройство
19	МД	повышение ЭН	система смазки
20	МД	повышение ЭН	система суфлирования
21	МД	повышение ЭН	топливная система
22	МД	повышение ЭН	противообледенительная система

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
23	МД	повышение ЭН	система управления радиальными зазорами
24	МД	повышение экологичности [13]	
25	МД	повышение топливной экономичности [13]	топливная система, система запуска
26	МД	повышение коэффициента использования по назначению [7]	двигатель в целом

Задание 2.

Выполнить сравнительный анализ конструкции и технического обслуживания узлов двух двигателей (исходные данные – в табл. 3).

Результаты анализа следует представить в форме таблицы и сопровождающей ее графической части. Рекомендуется выполнение указанной таблицы в виде, близком к виду табл. 2.

При составлении таблицы следует использовать действующие [8,9,10].

Таблица 2.

Примерная форма таблицы сравнительного анализа конструкции и технического обслуживания узлов (на примере компрессора)

Характеристика	Двигатель 1	Двигатель 2
1	2	3
Тип		
Количество ступеней		
Тип ротора		
Особенности силовой схемы		
Наличие и особенности механизации		
Способы крепления и фиксации рабочих лопаток		

1	2	3
Особенности корпуса (разъемы)		
Наличие лючков контроля, количество и размещение (пример–см.рис. 2), иные способы доступа		
Обслуживание по формам		
Особенности проведения работ по ТО		
Особенности допусков на повреждение элементов, с которыми двигатель допускается к эксплуатации или подлежит отстранению от эксплуатации, повреждения, устраняемые в эксплуатации без замены (пример–см.рис. 1)		
Прочее		

Примечание.

1) Для прочих узлов двигателя столбец “характеристика” должен включать похожий перечень с учетом специфических особенностей конструкции и вопросов эксплуатации. Например, для камеры сгорания “Количество ступеней” (заменить) → “Количество форсунок”, “Наличие и особенности механизации” → “Элементы запуска”, “Способы крепления и фиксации рабочих лопаток” → “Способы крепления и фиксации жаровой трубы (труб), особенности обеспечения свободы температурных расширений”, добавить “Завихритель” и “Особенности охлаждения” и т.п.

2) Для ячейки “Особенности допусков на повреждения элементов, с которыми двигатель допускается к эксплуатации или подлежит отстранению от эксплуатации” обязательно следует привести схему (рисунок) и дать ссылку “См. рис.”, а к рисунку дать небольшие комментарии в подрисуночной надписи. Информация по допускам может быть взята из Руководств по технической эксплуатации двигателя, технологических карт, Бюллетеней. Для компрессора и турбины достаточно ограничиться рассмотрением только одной ступени.



Рис. 1. Пример оформления графической части по повреждениям кромок и концевой части пера лопатки, допустимых размеров после ремонта



Рис. 2. Примеры смотровых лючков и заглушек, расположенных на наружной (рис. с индексом “1”) и внутренней (рис. с индексом “2”) оболочках двигателя НК-86 (для осмотра рабочих лопаток): а,г-КВД; в-КНД, КНД и КВД; д-турбин

3) Под иными способами доступа понимается доступ к узлу, например, после демонтажа воспламенителя, трубки отбора воздуха (см. рис. 2, з1) и т.п.

Таблица 3.

Исходные данные для задания 2

Номер варианта	Двигатель 1	Двигатель 2	Узел
1	2	3	4
1	Д-30КУ (КП)	НК-86	компрессор низкого давления
2	Д-30КУ (КП)	НК-8-2У	компрессор низкого давления
3	Д-30КУ (КП)	ПС-90А	компрессор низкого давления
4	ПС-90А	НК-86	компрессор низкого давления
5	ПС-90А	НК-8-2У	компрессор низкого давления
6	Д-30КУ (КП)	НК-86	компрессор высокого давления
7	Д-30КУ (КП)	НК-8-2У	компрессор высокого давления
8	Д-30КУ (КП)	ПС-90А	компрессор высокого давления
9	ПС-90А	НК-86	компрессор высокого давления
10	ПС-90А	НК-8-2У	компрессор высокого давления
11	Д-30КУ (КП)	НК-86	камера сгорания
12	Д-30КУ (КП)	НК-8-2У	камера сгорания
13	Д-30КУ (КП)	ПС-90А	камера сгорания
14	ПС-90А	НК-86	камера сгорания
15	ПС-90А	НК-8-2У	камера сгорания
16	Д-30КУ (КП)	НК-86	камера сгорания
17	Д-30КУ (КП)	НК-8-2У	камера сгорания
18	Д-30КУ (КП)	ПС-90А	камера сгорания
19	ПС-90А	НК-86	камера сгорания
20	ПС-90А	НК-8-2У	камера сгорания
21	Д-30КУ (КП)	НК-86	турбина высокого давления
22	Д-30КУ (КП)	НК-8-2У	турбина высокого давления
23	Д-30КУ (КП)	ПС-90А	турбина высокого давления
24	ПС-90А	НК-86	турбина высокого давления

1	2	3	4
25	ПС-90А	НК-8-2У	турбина высокого давления
26	Д-30КУ (КП)	НК-86	турбина высокого давления
27	Д-30КУ (КП)	НК-8-2У	турбина высокого давления
28	Д-30КУ (КП)	ПС-90А	турбина высокого давления
29	ПС-90А	НК-86	турбина высокого давления
30	ПС-90А	НК-8-2У	турбина высокого давления
31	Д-30КУ (КП)	НК-86	турбина низкого давления
32	Д-30КУ (КП)	НК-8-2У	турбина низкого давления
33	Д-30КУ (КП)	ПС-90А	турбина низкого давления
34	ПС-90А	НК-86	турбина низкого давления
35	ПС-90А	НК-8-2У	турбина низкого давления
36	Д-30КУ (КП)	НК-86	турбина низкого давления
37	Д-30КУ (КП)	НК-8-2У	турбина низкого давления
38	Д-30КУ (КП)	ПС-90А	турбина низкого давления
39	ПС-90А	НК-86	турбина низкого давления
40	ПС-90А	НК-8-2У	турбина низкого давления
41	Д-30КУ (КП)	НК-86	реверсивное устройство
42	Д-30КУ (КП)	НК-8-2У	реверсивное устройство
43	Д-30КУ (КП)	ПС-90А	реверсивное устройство
44	ПС-90А	НК-86	реверсивное устройство
45	ПС-90А	НК-8-2У	реверсивное устройство
46	Д-30КУ (КП)	НК-86	реверсивное устройство
47	Д-30КУ (КП)	НК-8-2У	реверсивное устройство
48	Д-30КУ (КП)	ПС-90А	реверсивное устройство
49	ПС-90А	НК-86	реверсивное устройство
50	ПС-90А	НК-8-2У	реверсивное устройство
51	Д-30КУ (КП)	НК-86	коробки приводов/центральный привод
52	Д-30КУ (КП)	НК-8-2У	коробки приводов/центральный привод
53	Д-30КУ (КП)	ПС-90А	коробки приводов/центральный привод
54	ПС-90А	НК-86	коробки приводов/центральный привод

1	2	3	4
55	ПС-90А	НК-8-2У	коробки приводов/центральный привод
56	Д-30КУ (КП)	НК-86	коробки приводов/центральный привод
57	Д-30КУ (КП)	НК-8-2У	коробки приводов/центральный привод
58	Д-30КУ (КП)	ПС-90А	коробки приводов/центральный привод
59	ПС-90А	НК-86	коробки приводов/центральный привод
60	ПС-90А	НК-8-2У	коробки приводов/центральный привод
61	ВСУ-10	ТА-6А [16]	компрессор
62	ВСУ-10	ТА-6А	турбина
63	ВСУ-10	ТА-6А	камера сгорания

Задание 3.

Выполнить сравнительный анализ конструкции и технического обслуживания систем двух двигателей (исходные данные – в табл. 4).

Результаты анализа должны быть представлены в форме таблицы произвольного вида (см. рекомендации к заданию 2).

Таблица 4.

Исходные данные для задания 3

Номер варианта	Двигатель 1	Двигатель 2	Система
1-10	см. задание 2		смазки
11-20	см. задание 2		суфлирования
21-30	см. задание 2		топливная
31-40	см. задание 2		отбора воздуха на самолетные и двигательные нужды (вкл. управление радиальными зазорами)
41-50	см. задание 2		контроля и регистрации параметров
51-60	см. задание 2		механизации компрессора
61-63	см. задание 2		противопожарная

Задание 4.

Выполнить иллюстрированную технологическую карту к проведению работ по ТО.

Узел или система выбираются согласно исходным данным табл. 5, а тип ГТД и вид работ выбираются по усмотрению студента. Могут быть рассмотрены работы по демонтажу/монтажу узлов и агрегатов (кроме демонтажа воспламенителя двигателя НК-86), работы по устранению повреждений проточной части двигателя, работы по заправке жидкостями и/или газами и др., *за исключением работ по осмотру реверсивного устройства и системы управления им, ТВД и т.п.*

Таблица 5.

Исходные данные для задания 4

Номер варианта	Узел или система
1-4	компрессор высокого давления (вкл. механизацию)
5-7	камера сгорания
8-11	турбина высокого давления
12-16	реверсивное устройство
17-23	система смазки
24-27	система суфлирования
28-35	топливная система и САУ
36-38	противообледенительная система
39-41	система отбора воздуха
42-49	система запуска
50-56	система управления реверсивным устройством

На отдельном рисунке необходимо привести изображение обслуживаемого узла (агрегата, детали) и схему места установки его на двигателе (пример на рис. 1, 2).

Типовую технологическую карту в текстовой форме (пример – в Прил.) следует полностью привести в приложении к контрольной работе.

На листе формата А3 (или более), выполнить графическую иллюстрацию рассматриваемой технологической карты (пример - на рис. 4).

Отдельные листы формата А4 могут быть наклеены на лист формата А3 нанесением клея только по периметру листов. Возможно наклеивание отдельных графических фрагментов на основной лист.

Итоговый лист должен иметь угловой штамп (основную надпись), принятую для оформления чертежей (высота штампа 55 мм) по ГОСТ 2.104-68. В графе “Наименование чертежа” следует указать: “*Тип двигателя. Технологическая карта. Наименование работы*” (напр., “НК-86. Технологическая карта. Демонтаж воспламенителя”).

Если рассматривается карта монтажа/демонтажа, то в иллюстративной части достаточно ограничиться работами по демонтажу.

При использовании для проведения работ спецприспособлений также следует привести их схему на отдельном листе.

Заглушки:

M20x1,5 кл.3Л- для нагревательного
элемента;
M1 4x1 кл.3Л- для пусковой форсунки;
M18x1 кл.3Л-для свечи;

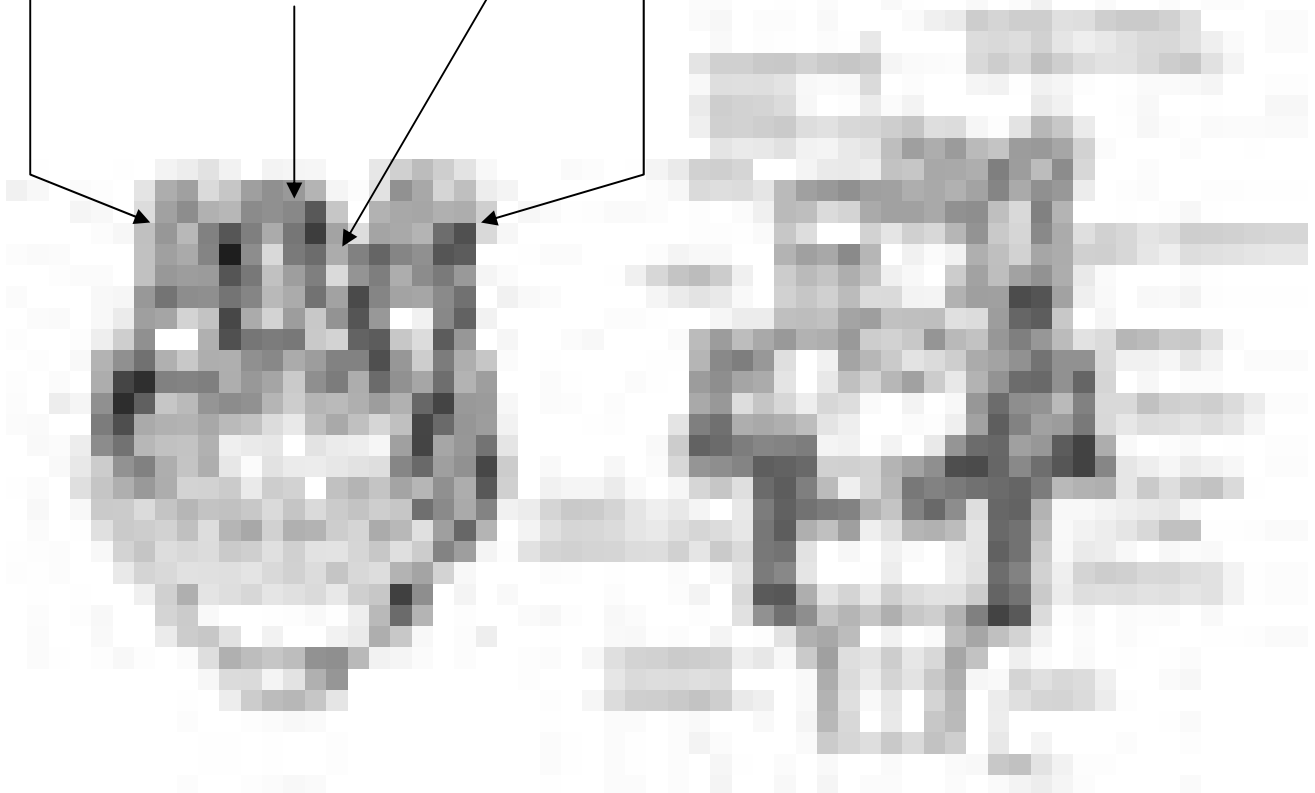


Рис. 3. Общий вид и детали воспламенителя двигателя НК-86

повернуто (относительно
изображения двигателя)

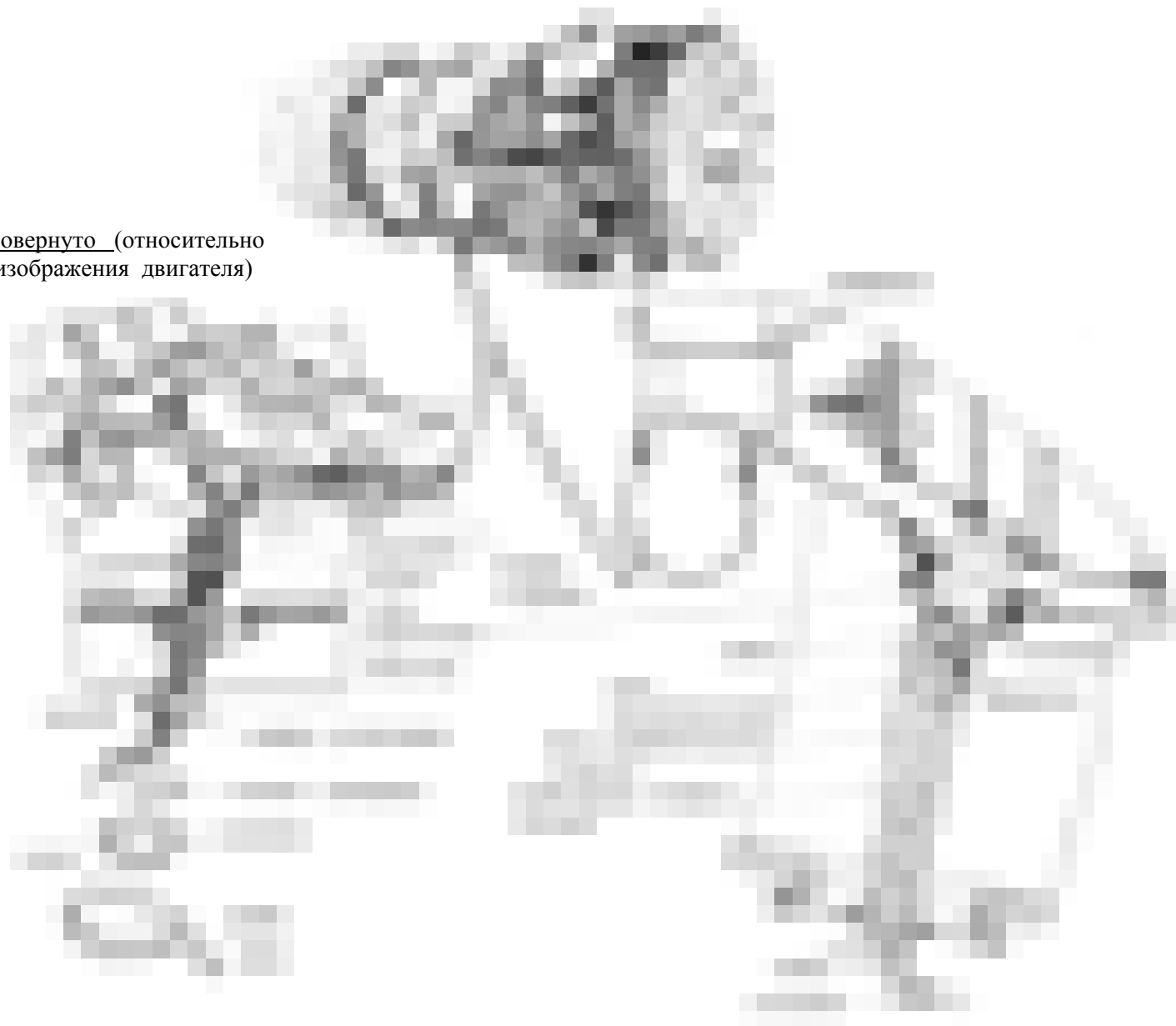


Рис. 4. Детали крепежа и схема установки воспламенителя двигателя НК-86



Рис. 5. Карта демонтажа воспламенителя

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. Хаустов И.Г., Фельдман Е.Л. Авиационный двухконтурный двигатель НК-8-2.- М.: Машиностроение, 1975.- 432с.
3. Фельдман Е.Л.,Черкасов Л.А. Авиационный двухконтурный двигатель НК-86.- М.: Машиностроение, 1982.- 328с.
4. Пивоваров В.А. Авиационный двигатель ПС-90А (особенности конструкции, работа, эксплуатация).- М.:МИИГА,1989.-92 с.
5. Акуленко В.С., Иноземцев А.А., Соловьев Б.А. Авиационный газотурбинный двигатель ПС-90А. Учебное пособие.- Л.:ОЛАГА,1990.-96 с.
6. Павловский Н.И. Вспомогательные силовые установки самолетов.-М.: Транспорт,1977.- 240с.
7. Технические описания Д-30КУ(КП), НК-8-2У, НК-86, ПС-90А, ТА-6А, ВСУ-10. Изд-во разработчика.
8. Регламенты технического обслуживания двигателей Д-30КУ(КП), НК-8-2У, НК-86, ПС-90А, ТА-6А, ВСУ-10.
9. Руководства по технической эксплуатации двигателей Д-30КУ(КП), НК-8-2У, НК-86, ПС-90А, ТА-6А, ВСУ-10.
10. Бюллетени по двигателям Д-30КУ(КП), НК-8-2У, НК-86, ПС-90А, ТА-6А, ВСУ-10.
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. Лозицкий Л.П., Ветров А.Н., Дорошко С.М. и др. Конструкция и прочность авиационных газотурбинных двигателей.- М.: Воздушный транспорт, 1992.- 535 с.
14. Чичков Б.А. Конструкция и эксплуатация масляной системы ТРДД Д-30КУ(КП). Учебное пособие по дисциплинам “Конструкция и техническое обслуживание ЛА и АД”, “Конструкция и прочность авиационных двигателей”, “Конкретная АТ” для студентов 5 и 4 курсов специальности 130300 всех форм обучения; для аэродромной практики и дипломного проектирования.-М.: МГТУ ГА, 1999.- 156 с.

15. Чичков Б.А. Рабочие лопатки авиационных ГТД. Часть 1. Эксплуатационная повреждаемость рабочих лопаток. Пособие по дисциплинам “Конструкция и техническое обслуживание ЛА и АД”, “Конструкция и прочность авиационных двигателей”, “Конкретная АТ” для студентов 5 и 4 курсов специальности 130300 всех форм обучения.- М.: МГТУ ГА, 2000.- 60 с.
16. Чичков Б.А. Рабочие лопатки авиационных ГТД (эксплуатация). Часть 2,3. Контроль работоспособности РЛ. Ремонт и замена рабочих лопаток в эксплуатации. Пособие по дисциплинам “Конструкция и техническое обслуживание ЛА и АД”, “Конструкция и прочность авиационных двигателей”, “Конкретная АТ” для студентов 5 и 4 курсов специальности 130300 всех форм обучения; для аэродромной практики и дипломного проектирования. -М.: МГТУ ГА, 2002.- 60 с.
17. 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.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	3
2. ВЫБОР НОМЕРОВ ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЙ.....	4
Задание 1.	5
Задание 2.	7
Задание 3.	13
Задание 4.	14
ЛИТЕРАТУРА	18
СОДЕРЖАНИЕ	19
ПРИЛОЖЕНИЕ	20

Фрагмент (всего 6 листов) типовой технологической карты

К РО	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА	На страницах 201-205/206	
Пункт РО	Наименование работы: Демонтаж и монтаж воспламенителя	Трудоемкость 2.5 (чел.-ч)	
Содержание операции и технические требования (ТТ)		Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль
<p>1. Общая часть</p> <p>Демонтаж воспламенителя производится:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для выяснения причины отказа в запуске двигателя; - при необходимости замены свечи или пусковой форсунки; - при осмотре горячей части двигателя. <p>2. Подготовка к демонтажу</p> <p>2.1. Отключите электропитание двигателя от бортовой сети самолета.</p> <p>2.2. Откройте створки мотогондолы для подхода к воспламенителю.</p> <p>3. Демонтаж агрегата</p> <p>3.1. Расконтрите и отверните гайку трубопровода подвода топлива к форсунке от угольника. ПРИМЕЧАНИЕ: Демонтаж трубопроводов производите в соответствии с 73.23.00.</p> <p>3.2. Отверните гайку хомута на фланце оболочки.</p> <p>3.3. Снимите шайбу, хомут, крышку и кольцо стопорное. Сместите уплотнитель по трубкам в сторону воспламенителя.</p> <p>3.4. Расконтрите, отогнув ус контровки, и отверните ключом 86.017.270 корончатую гайку. При затруднениях в сдвиге корончатой гайки простучите гайку через ключ ударами по его торцу. Приложите на ключ усилие на отворачивание с повторными ударами по торцу ключа.</p>			

