

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ
ЦИЛИНДРОВО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ
ДВИГАТЕЛЯ АШ-62ИР НА САМОЛЕТЕ АН-2**

САМАРА 2003

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ
ЦИЛИНДРОВО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ
ДВИГАТЕЛЯ АШ-62ИР НА САМОЛЕТЕ АН-2

Методические указания к лабораторной работе

Составители: *И.М. Макаровский, Г.А. Новиков*

УДК 629.7.658.58.00

Диагностирование цилиндрово-поршневой группы двигателя АШ-62ИР на самолете Ан-2: Метод. указания к лаб. работе / Самар. аэрокосм. ун-т; Сост. *И.М. Макаровский, Г.А. Новиков* Самара, 2003. 12 с.

Излагается методика диагностирования цилиндрово-поршневой группы (ЦПГ) двигателя АШ-62ИР на самолете Ан-2 в процессе запуска и опробования; приводятся технологические указания по проверке герметичности и поиску дефектов цилиндров.

Работа рассчитана на шесть учебных часов и предназначена для студентов 5-го курса специальности 130300. Подготовлена на кафедре ЭЛАИД.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва

Рецензент Т и х о н о в А. Н.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Ознакомление студентов с методикой диагностирования ЦПГ в процессе запуска и опробования двигателя; приобретение навыков в проведении работ по проверке герметичности и поиску дефектов цилиндров.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить особенности конструкции, условия эксплуатации и методику диагностирования ЦПГ.
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Провести диагностирование ЦПГ заданного двигателя.
4. Оформить отчет по работе.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Особенности конструкции и условия эксплуатации ЦПГ

На двигателе АШ-62ИР [1] установлено 9 цилиндров с порядком работы 1-3-5-7-9-2-4-6-8 и степенью сжатия $6,4 \pm 0,1$. Общий рабочий объем всех цилиндров – 29,87 литра. ЦПГ двигателя включает в себя собственно цилиндры, поршни, поршневые кольца и пальцы. Она предназначена для преобразования химической энергии топлива в механическую энергию вращения воздушного винта и приводных агрегатов. От технического состояния (ТС) ЦПГ во многом зависят все эксплуатационные характеристики двигателя (эффективная мощность, удельный расход топлива и другие).

Детали ЦПГ работают в условиях высоких механических и тепловых нагрузок, а также подвержены износу от трения. Напряженность работы трущихся поверхностей деталей усугубляется тем, что они смазываются маслом без давления, на них попадают сажа, нагар и твердые частицы пыли вместе с воздухом. При некоторых условиях слой масла с трущихся поверхностей может быть

смыт бензином или чрезмерно разжижен за счет перегрева цилиндров, что существенно увеличивает скорость изнашивания деталей.

Цилиндр состоит из головки и гильзы, соединенных между собой неразборной резьбой. При работе двигателя на цилиндр действуют значительные механические и тепловые нагрузки от давления и температуры газов, сил бокового давления поршня, сил трения и т.д. Сила бокового давления прижимает поршень то к одной, то к другой стенке гильзы, в результате чего происходит овализация трущихся поверхностей гильзы и поршня.

Для уменьшения сил трения между гильзой и поршнем имеется зазор (0,54.....1,14 мм), который при работе двигателя заполняется маслом. При перегреве цилиндра и смывании масла бензином режим трения изменяется и приближается к сухому. Длительная работа ЦПГ в таких условиях приводит к задиру зеркала цилиндра, разрушению поршневых колец, прогару поршня и другим повреждениям.

Сила трения поршневых колец о гильзу зависит от удельного давления кольца на стенку гильзы, которое обусловлено упругостью кольца и давлением газов на его тыльную поверхность. Действие газов наиболее сильно выражено на верхних кольцах, у которых удельное давление от газов в 30.....60 раз превышает давление от сил упругости (0,06.....0,1 МПа). В результате на двигателях обычно имеет место повышенный износ верхних (компрессионных) колец и верхнего пояса гильзы цилиндра.

В верхней части головки цилиндра расположены две клапанные коробки, в которых размещаются детали клапанов впуска и выпуска. Кроме того, в головку цилиндра спереди и сзади ввертываются две бронзовые футорки для установки свечей зажигания.

Поршень служит для передачи сил давления газов на шатун и для герметизации ЦПГ. При работе поршень испытывает значительные механические (до 140 кН) и тепловые (нагрев днища до 330°С) нагрузки. Неравномерный нагрев и силы давления газов приводят к деформации поршня, которая совместно с деформацией гильзы может привести к уменьшению зазора, увеличению сил трения и, как следствие, заклиниванию поршня в цилиндре, повреждению зеркала цилиндра (образованию рисок) и поршня.

Поршневые кольца предназначены для герметизации ЦПГ, так как ограничивают возможность интенсивного прорыва газов в картер двигателя и подсос воздуха из картера в камеру сгорания. При работе кольца нагреваются до температуры 200.....250°С от соприкосновения с горячими газами и поршнем, а также от

воздействия сил трения. В результате нагрева колец и масла увеличиваются силы трения, происходит интенсивный износ колец и гильзы цилиндра, а также смолообразование на поверхностях кольца и в канавках поршня. Кольца устанавливаются в канавках поршня с боковым зазором до 0,2 мм и по стыку до 1,8 мм, чем обеспечивается их подвижность при работе. При интенсивном смолообразовании подвижность колец может быть нарушена, что приводит к снижению герметичности цилиндра.

Герметичность цилиндров необходима для обеспечения сжатия рабочей смеси для ее быстрого и полного сгорания. Увеличение скорости горения смеси способствует повышению давления и температуры газов в камере сгорания и, тем самым, величины полезной работы газов в такте расширения. Мощность двигателя при этом растет, а удельный расход топлива уменьшается.

В процессе эксплуатации за счет износа деталей ЦПГ происходит постепенное снижение герметичности цилиндров, что сопровождается ухудшением эксплуатационных характеристик двигателя. На герметичность цилиндров, кроме износа ЦПГ, оказывают влияние и неисправности (дефекты) клапанов газораспределения (обгорание клапанов и седел, обрыв и зависание клапанов, неплотное закрытие клапанов из-за отсутствия эксплуатационных зазоров в механизме газораспределения и другие). Такие дефекты обычно имеют место в отдельных цилиндрах, сопровождаются скачкообразным изменением контролируемых параметров (P_K) и внешними признаками (тряска).

Основными причинами преждевременного износа ЦПГ являются многократный перегрев цилиндров и засорение масла механическими примесями, играющими роль абразива. Внешними признаками нарушения герметичности цилиндров из-за износа ЦПГ являются:

- появление белого дыма на выхлопе вследствие интенсивного поступления масла в камеру сгорания;
- повышенный расход масла;
- выброс масла через систему суфлирования вследствие повышения давления газов в картере;
- тряска двигателя из-за замасливания свечей и другие.

Следует отметить, что при равномерном износе ЦПГ всех цилиндров указанные признаки могут быть выражены слабо даже при значительном ухудшении эксплуатационных характеристик двигателя.

Все детали ЦПГ взаимозаменяемы и могут быть заменены на новые (ремонтные) в условиях эксплуатации.

1.2. Методика диагностирования ЦПГ

Диагностирование ЦПГ проводится в процессе ТО, а также при запуске и опробовании двигателя (рис.1). Целью диагностирования является проверка работоспособности, поиск и устранение неисправностей (дефектов) цилиндров. Проверку работоспособности ЦПГ проводят в процессе запуска и опробования двигателя путем сопоставления текущего значения наддува цилиндров $P_{K_i}^{\text{инд}}$ с его

нормативными значениями $P_{K_i}^{\text{инд}}$, P'_K и P''_K . Методика проверки подробно изложена в [3]. Поиск неисправностей (дефектов) ЦПГ проводят путем проверки герметичности цилиндров по компрессии, утечкам воздуха, а также путем визуального осмотра камеры сгорания при помощи оптических приборов (эндоскопов). Компрессию (максимальное давление воздуха в камере сгорания в конце такта сжатия) определяют с помощью пульта ЦПГ и других приспособлений при прокрутке коленчатого вала двигателя за лопасти воздушного винта или от статора. Для этого из всех цилиндров двигателя (непосредственно после его прокручивания от статора) выворачивают один ряд свечей, а в свечное отверстие проверяемого цилиндра ввертывают приемный штуцер 1 пульта (рис. 2). Открывают кран наполнения 2 (положение "компрессия") и проворачивают коленчатый вал двигателя от стартера до полной остановки. По показанию манометра 3 определяют величину компрессии в цилиндре. Нормальной герметичности цилиндра соответствует компрессия более 3 кг/см² (0,3 МПа). Аналогично определяют компрессию и в остальных цилиндрах двигателя. Неисправным цилиндром при этом считают тот, у которого выявлена недостаточная компрессия. Для сравнения давления из баллона 4 кран 2 переводят в положение "герметичность" и открывают кран 5 "наддув".

Данный метод проверки герметичности цилиндров не позволяет с достаточной точностью оценить степень износа деталей ЦПГ, а также выявить причину нарушения герметичности (дефект). Поэтому после проверки герметичности цилиндров по компрессии цилиндр, вызвавший подозрение, проверяют по утечкам воздуха. Для этого поршень проверяемого цилиндра устанавливают в положение ВМТ в конце такта сжатия. Проверяют наличие давления воздуха в баллоне 4 по манометру 3 (после открытия крана 2). Давление в баллоне должно быть не менее 3 кг/см² (0,3 МПа).

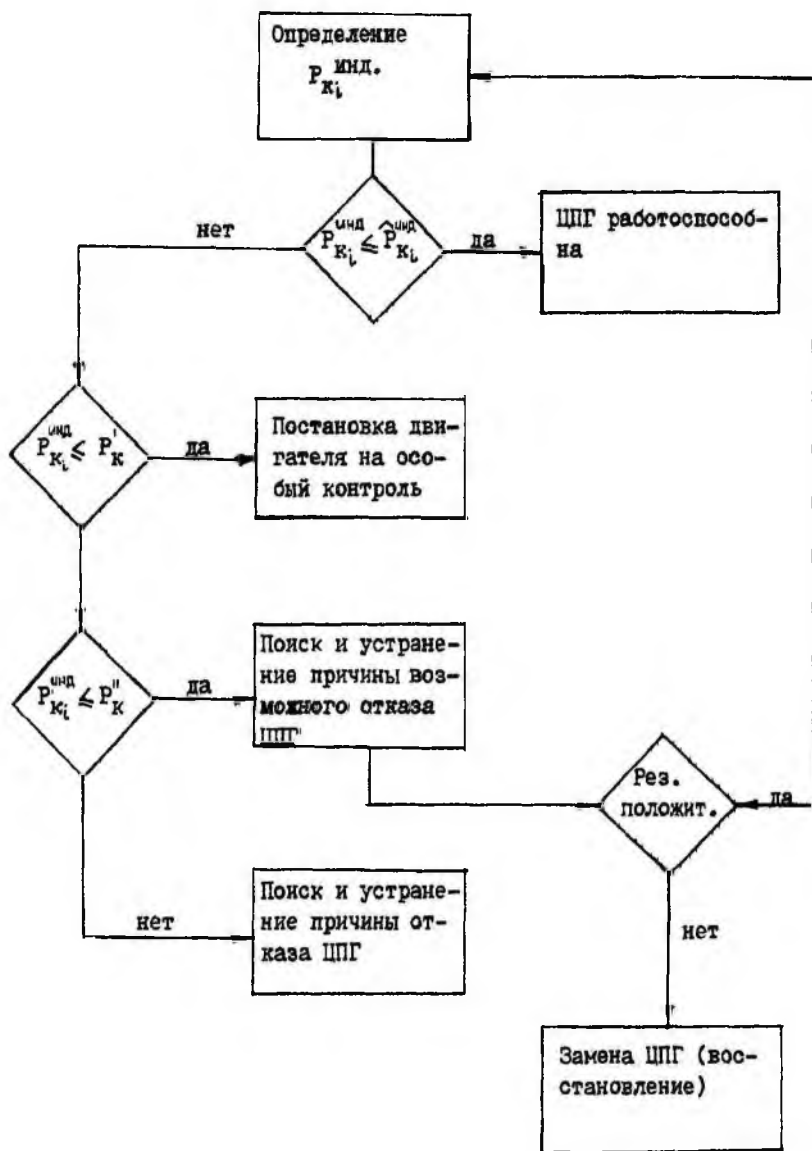


Рис. 1. Алгоритм диагностирования двигателя АШ-62ИР

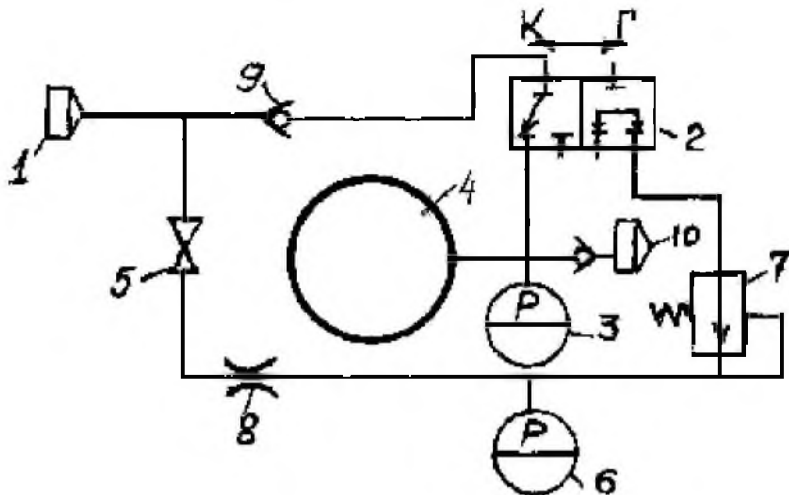


Рис. 2. Пневматическая схема пульта ПГЦ

Удерживая воздушный винт от проворачивания, кран 2 устанавливают в положение "герметичность", открывают кран 5 "наддув" и по показанию манометра 6 определяют величину утечек воздуха из цилиндра.

Манометр 6 градуируется так, чтобы при отсутствии утечек воздуха (полной герметичности цилиндра) и постоянном давлении за редуктором 7, равном $1,5 \text{ кг/см}^2$ ($0,15 \text{ МПа}$), он показывал 100%, а при отсутствии герметичности - 0%. Промежуточные показания манометра характеризуют степень нарушения герметичности цилиндра. Нормальной герметичности цилиндра в этом случае соответствуют показания манометра не менее 60%.

Причину нарушения герметичности цилиндра (место утечки воздуха) определяют в ходе проверки путем прослушивания двигателя в контрольных точках. Так, если утечка воздуха происходит из-за нарушения герметичности выпускного клапана (отсутствие зазоров в механизме газораспределения, обрыв клапана и т.д.), шипящий звук возникает в выхлопной трубе двигателя, при нарушении герметичности впускного клапана - в воздухозаборнике карбюратора, ЦПГ - в суфлере двигателя и т.д.

В некоторых случаях может быть целесообразно зафиксировать результаты проверки герметичности на самописце. Для этого перед

проведением проверки к датчику давления 9 подключают самописец; закрывают кран 2 (положение "компрессия") и проворачивают коленчатый вал двигателя от стартера. По осциллограмме (см. рис. 3) определяют максимальное давление в цилиндре (компрессию), а также работоспособность механизма газораспределения, кривошипно-шатунного механизма и других систем двигателя.

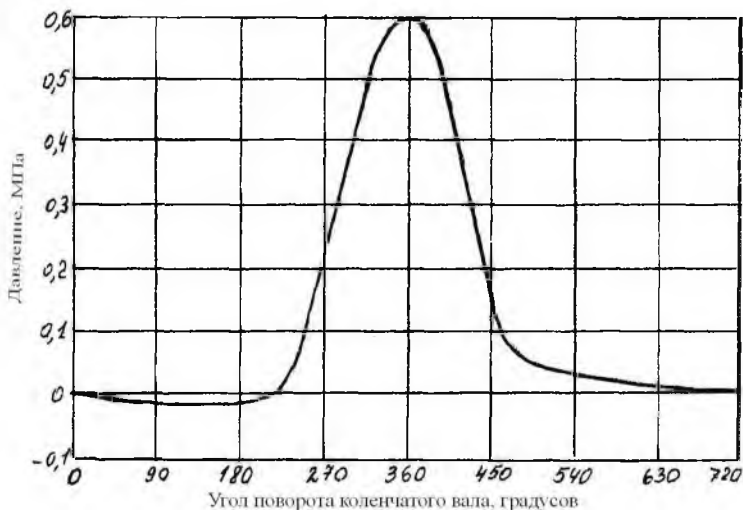


Рис. 3. Осциллограмма изменения давления в цилиндре по углу поворота коленчатого вала двигателя

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При проведении диагностирования ЦПГ заданного двигателя необходимо придерживаться следующей последовательности выполнения работ.

1. Провести запуск и опробование двигателя согласно [2]. Оформить "Протокол испытания" (Приложение 1).

2. Провести проверку работоспособности двигателя согласно [3]. Занести результат проверки в "Протокол испытания".

3. Провести поиск и устранение неисправности неработоспособной системы (при необходимости) согласно [4].

4. Провести повторный запуск и опробование двигателя. Убедиться в устранении дефекта. Оформить "Протокол испытания".

5. Провести проверку герметичности и поиск дефектов цилиндров (при необходимости) согласно "Технологической карте" (приложение).

6. Составить технический диагноз работоспособности ЦПГ и занести его в "Протокол испытания".

2.1. Содержание отчета

1. Изложение особенностей конструкции, условий эксплуатации и методики диагностирования ЦПГ.
2. Изложение сущности методов проверки герметичности цилиндров и поиска причин неисправностей (дефектов).
3. Результаты проверки работоспособности ЦПГ и проверки герметичности цилиндров.
4. Протокол испытания заданного двигателя.

2.2. Контрольные вопросы

1. Каково назначение ЦПГ и как влияет ее ТС на эксплуатационные характеристики двигателя?
2. Как и для чего проводят диагностирование ЦПГ?
3. Как проводят проверку герметичности цилиндров по компрессии?
4. Как проводят проверку герметичности цилиндров по утечкам воздуха?
5. Как определяют место утечки воздуха из цилиндра (дефект)?
6. Каково содержание технического диагноза о работоспособности ЦПГ?

Библиографический список

1. Авиационный двигатель АШ-62ИР: Учеб. пособие/Б.А. Углов; Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 1992.
2. Запуск и опробование двигателей АШ-62ИР: Метод. указания к лаб. работе/Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. Н.Н. Игонин, Г.А. Новиков. Самара, 1993.
3. Диагностирование двигателя АШ-62ИР на самолете Ан-2:

Метод. указания к лаб. работе/Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. И.М. Макаровский, Н.Н. Игонин, Г.А. Новиков. Самара, 2001.

4. Поиск и устранение неисправностей в системах ЛА с использованием рабочих алгоритмов диагностирования: Метод. указания к лаб. работе/Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. И.М. Макаровский, Г.А. Новиков, Самара, 2001.

Приложение

Технологическая карта № 1		
Проверка герметичности цилиндра двигателя АП-62ИР		
Содержание операции и технические требования (ТТ)	Работы выполняемые при отклонении от ТТ	Контроль
<p>1. Проверка компрессии в цилиндрах</p> <p>1.1. Подготовьте самолет и двигатель к запуску согласно инструкции [2]</p> <p>1.2. Проверните коленчатый вал двигателя от стартера без включения зажигания, крана останова и при открытых заслонках карбюратора</p> <p>1.3. Откройте капоты двигателя, выверните передний ряд свечей из цилиндров</p> <p>1.4. Вверните в свечное отверстие проверяемого цилиндра приемный штуцер ЦПП</p> <p>1.5. Подготовьте ЦПП к определению компрессии согласно инструкции</p> <p>1.6. Проверните коленчатый вал двигателя стартером</p> <p>1.7. Определите компрессию по манометру ЦПП «Компрессия»</p> <p>1.8. Выполните заключительные работы по восстановлению двигателя</p>	<p>При компрессии менее 0,3 МПа цилиндр отбракуйте</p>	<p>К</p>
<p>2. Проверка герметичности цилиндров</p> <p>2.1. Выполните работы согласно пп. 1.1, 1.2, 1.3, 1.4</p> <p>2.2. Подготовьте ЦПП к определению герметичности согласно инструкции</p>		<p>К</p>

Технологическая карта № 1		
Проверка герметичности цилиндра двигателя АПП-62ИР		
Содержание операции и технические требования (ТТ)	Работы выполняемые при отклонении от ТТ	Контроль
<p>2.3. Откройте кран «Наддув» и определите герметичность цилиндра по манометру «Герметичность»</p> <p>3. Поиск места утечки воздуха из цилиндра</p> <p>3.1. Выполните работы согласно пп. 2.1, 2.2, 2.3</p> <p>3.2. Прослушайте двигатель в контрольных точках согласно инструкции и определите места утечки воздуха</p> <p>3.3. Выполните заключительные работы по восстановлению двигателя</p>	<p>При давлении менее 60% цилиндр отбракуйте</p> <p>При обнаружении больших утечек воздуха цилиндр отбракуйте</p>	К
	Оборудование: пульт ЦПП, набор ключей	

Учебное издание

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ
ЦИЛИНДРОВО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ
ДВИГАТЕЛЯ АШ-62ИР НА САМОЛЕТЕ АН-2**

Методические указания к лабораторной работе

Составители: Макаровский Игорь Мстиславович
Новиков Герман Арсеньевич

Редактор Л. Я. Чегодаева
Корректор Л. Я. Чегодаева
Компьютерная верстка О. А. Ананьев

Подписано в печать 17.03.2003 г. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 0,69. Усл.кр.- отт. 0,73. Уч. – изд.л. 0,75.

Тираж 100 экз. Заказ Арт.С-31/2003.

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева.

443086, Самара, Московское шоссе, 34.

РИО Самарского государственного аэрокосмического
университета. 443001, Самара, ул.Молодогвардейская, 151.