

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ ДВУХКОНТУРНОГО ТРЕХВАЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва» в качестве методического указания для подготовки магистров по направлению 15.04.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и 24.04.05 – «Двигатели летательных аппаратов».

С А М А Р А
Издательство Самарского университета

2017

УДК: 621.787.4

Составители: В.П. Курбатов, Н.Д.Проничев, Г.В.Смирнов

Рецензент канд. техн. наук, доц. Ю.С. Горшков

Особенности сборки двухконтурного трехвального двигателя: методические указания к практическому занятию/ : В.П. Курбатов, Н.Д.Проничев, Г.В.Смирнов – Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2017. – 29 с.

В методических указаниях к практическому занятию особенностям сборки **двухконтурного трехвального двигателя** изучается состав двухконтурного трехвального турбореактивного(турбовентиляторного) двигателя со смешением потоков наружного и внутреннего контуров с общей форсажной камерой и реактивным соплом, основные операции сборки двигателя и выполнение технических требований в ходе выполнения основных операций.

Методические указания предназначены для студентов механических факультетов, обучающихся по подготовке магистров по направлению 15.04.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и 24.04.05 – «Двигатели летательных аппаратов».

Подготовлено на кафедре технологий производства двигателей.

УДК: 621.787.4

© Самарский университет, 2017

ВВЕДЕНИЕ

Параметры двухконтурного трехвального турбореактивного(турбовентиляторного) двигателя со смешением потоков наружного и внутреннего контуров с общей форсажной камерой и реактивным соплом удовлетворяют всему комплексу требований, предъявляемых к силовой установке самолета, летающего как со сверхзвуковыми, так и дозвуковыми скоростями. Высокая экономичность двигателя на дозвуковых скоростях полета достигается вследствие высокой степени повышения давления во внутреннем контуре, умеренной степени двухконтурности и отключения охлаждения турбины, а на сверхзвуковых скоростях полета – вследствие высокой температуры газа перед турбиной.

Применение трехвальной схемы обеспечивает следующие аэродинамические, конструктивные, а также эксплуатационные преимущества:

- оптимальную окружную скорость лопаток и частоту вращения ротора для каждого каскада, что позволяет повысить уровень аэродинамического совершенства и получить принятую степень повышения давления с высоким КПД процесса сжатия;
- лучшую приемистость и более короткое время запуска трехвального двигателя по сравнению с двухвальным, что обуславливается меньшей массой и размерами ротора высокого давления;
- пониженный уровень шума при заходе самолета на посадку вследствие установки вентилятора на отдельном валу и

возможности уменьшения частоты вращения ротора НД при неизменной частоте вращения остальных роторов.

– В ходе выполнения лабораторной работы студенты получают сведения об узловом и агрегатном составе двигателя, а также получают информацию об основных операциях, выполняемых при его сборке, особое внимание при этом обращается на выполнение и контроль технических требований, обеспечиваемых в процессе сборки.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

Цель занятия: изучение узлового и агрегатного состава двухконтурного трехвального турбореактивно-го(турбовентиляторного) двигателя со смешением потоков наружного и внутреннего контуров с общей форсажной камерой и реактивным соплом, основные операции процесса общей сборки и способы обеспечения сборочных параметров в процессе выполнения операций сборки.

Задачи :

- изучить узловой и агрегатный состав двухконтурного трехвального турбореактивного(турбовентиляторного) двигателя со смешением потоков наружного и внутреннего контуров с общей форсажной камерой и реактивным соплом по чертежам;

- изучить и проанализировать основные операции сборки двигателя и содержание технических требований на сборку при выполнении операций.

2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАНЯТИЯ

1. Изучить методические указания по выполнению данной работы.

2. Изучить узловой и агрегатный состав двухконтурного трехвального турбореактивного (турбовентиляторного) двигателя со смешением потоков наружного и внутреннего контуров с общей форсажной камерой и реактивным соплом по чертежам.

3. Изучить основные операции по сборке двухконтурного трехвального турбореактивного двигателя и проанализировать какие технические требования выполняются в ходе их выполнения и каким образом.

5. Оформить отчет по практическому занятию.

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ.

Персональный компьютер для анализа чертежей узлов в крупном масштабе.

Продолжительность практического занятия - 4 часа.

4. АГРЕГАТНЫЙ И УЗЛОВОЙ СОСТАВ ДВУХКОНТУРНОГО ТРЕХВАЛЬНОГО ТУРБОРЕАКТИВНОГО (ТУРБОВЕНТИЛЯТОРНОГО) ДВИГАТЕЛЯ СО СМЕШЕНИЕМ ПОТОКОВ НАРУЖНОГО И ВНУТРЕННЕГО КОНТУРОВ С ОБЩЕЙ ФОРСАЖНОЙ КАМЕРОЙ И РЕАКТИВНЫМ СОПЛОМ.

Двигатель состоит из следующих основных узлов, агрегатов и деталей (см, рис. В приложении):

- компрессор низкого давления (КНД);
- компрессор среднего давления (КСД);
- компрессор высокого давления (КВД);
- блок камеры сгорания (БКС);
- турбина высокого давления (ТВД);
- турбина среднего давления (ТСД);
- турбина низкого давления (ТНД);
- передняя (п.о.), промежуточная (пр.о.), средняя опора(с.о.) и опора турбины (о.турбины);
- диффузор,
- форсажная камера сгорания (ФКС);
- регулируемое реактивное сопло (р.с.);
- наружные и внутренние оболочки наружного контура;
- агрегаты и датчики, обслуживающие ряд систем двигателя и самолета;
- блоки насосов и коробки приводов двигательных и самолетных агрегатов;
- системы трубопроводов;
- агрегаты электрооборудования и электропроводки.

На сборку в сборочный цех из механосборочных цехов поставляются следующие узлы и агрегаты трехвального двигателя:

1. Передняя опора (корпус)
2. Промежуточная опора (корпус)
3. Средняя опора (корпус)
4. Коробка привода агрегатов (корпус)
5. Коробка самолетных агрегатов (корпус)
6. Статор с КНД с ВНА
7. Статор КСД
8. Статор КВД
9. Ротор КНД
10. Ротор КСД
11. Ротор КВД
12. Внутренний корпус К.С. (БКС)
13. Наружный корпус К.С. (БКС)
14. Камера сгорания (БКС)
15. Сопловые аппараты 1 и 2 ст.
16. Опора турбины (сопловой аппарат 3 ст.)
17. Сопловой аппарат 4 ст.
18. Ротор ТВД
19. Ротор ТСД (колесо 2 ст. + вал ТСД)
20. Ротор ТНД (колесо 3 и 4 ст. + вал ТНД)
21. Корпус и шестерни центрального привода
22. Шестерни и валы КПА и КСА
23. Подшипники и ТКУ
24. Газоперебрасыватель
25. Форсажная камера
26. Сопло реактивное

5 ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ СБОРКЕ ТРЕХВАЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Остановимся подробнее на основных операциях, выполняемых при сборке трехвального двигателя.

1. Центровка.

Под центровкой изделия понимается приведение осей соответствующих рабочих поверхностей сборочных единиц входящих в состав изделия в соосное положение в пределах величин установленной документацией;

1.1 Центровку изделия выполняют в вертикальном положении в соответствии со схемой центровки изделия.

1.2 Стыковку сборочных единиц при сборке изделия выполняют по маркировкам «О», соответствующим верхней точке вертикальной оси изделия. Маркировка наносится на образующих поверхностях стыкуемых сборочных узлов.

1.3 Величину биения определяют по замерам в восьми равнорасположенных точках по окружности образующей поверхности.

1.4 При центровке в среднюю опору выставляется специальное приспособление имитирующее ось изделия (двигателя) «А»(см рис.) с радиальным биением по «Б» относительно оси «А» не более 0,02мм и биением по торцу «В» относительно оси «А» не более 0,02мм.

1.5 Центровку производят в три этапа:

- вначале центрируют переднюю опору относительно средней опоры;
- затем промежуточную опору относительно средней опоры;

– и в заключении опору турбины относительно средней опоры.

Схема центровки представлена на рисунке.

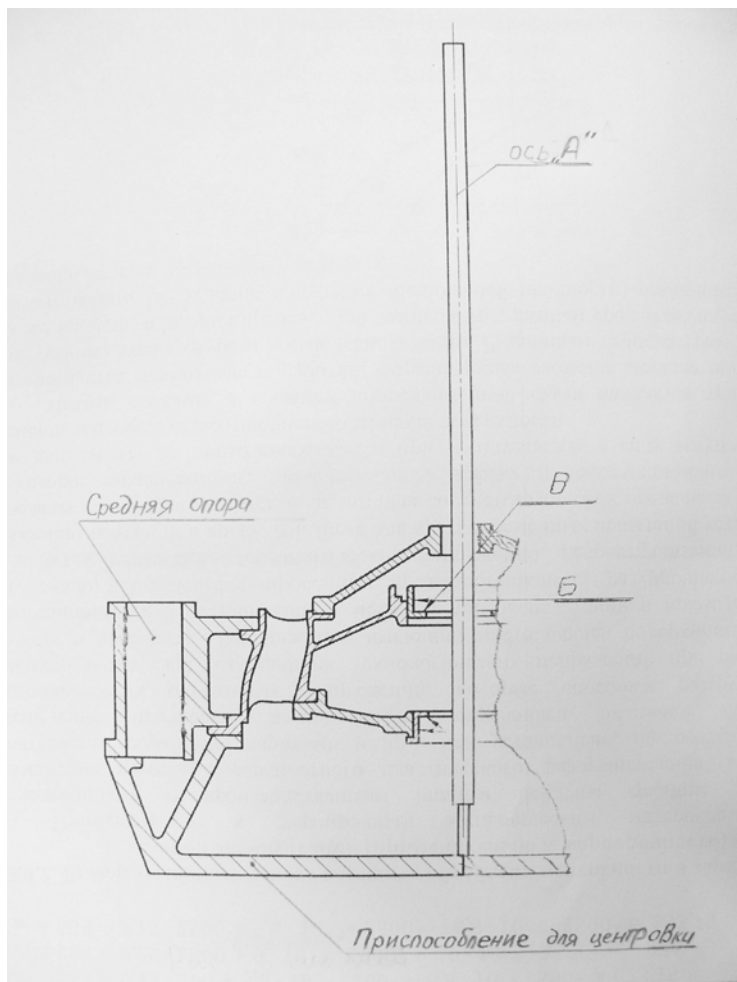


Рис. 1 – Средняя опора с приспособлением для центровки узлов.

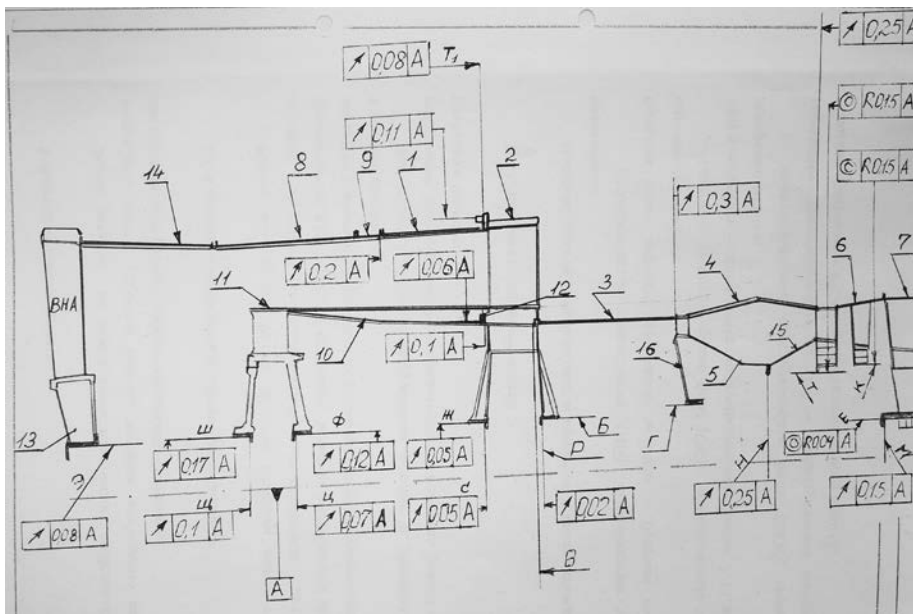


Рис. 2 – Схема центровки узлов двигателя.

1.6 За максимальную величину биения принимают наибольшую алгебраическую разность замеров в двух диаметрально расположенных точках.

Остановимся подробнее на трех этапах центровки.

2. Центровка передней опоры относительно средней опоры совместно со статором КНД и передней оболочкой.

2.1 Выполняют центровку передней опоры поз. 13 совместно с статором КНД поз. 14 и передней оболочкой поз. 1 на с.о. в соответствии со схемой центровки (рис.).

2.2 При повышении допустимой величины биения поверхности «Э» передней опоры(поз. 13), биение обеспечивают за счет радиального смещения сборочной единицы кольцо (поз. 8) относительно сборочной единицы направляющий аппарат ЗАст (поз. 9).

При необходимости проводят доработку отверстий в стыке кольца и направляющего аппарата ЗАст.

3. Центровка промежуточной опоры относительно средней опоры со статором КСД.

3.1 Выполнить центровку промежуточной опоры (поз. 11) совместно со статором КСД на средней опоры(поз. 2) в соответствии со схемой центровки.

3.2 При повышении допущенных значений биений поверхности Щ, Ш, Ф, Ц промежуточной опоры (поз. 11) биения обеспечить за счет подрезки заднего фланца корпуса статора КСД (поз. 12) .

4. Центровка опоры турбины относительно средней опоры совместно с КВД, наружным и внутренним корпусами камеры сгорания.

4.1 Перед центровкой опоры турбины собирают совместно КВД наружный и внутренний корпус камеры сгорания со статором турбины ВД и СД.

4.2 Выполняют центровку опоры турбины с КВД (поз. 3), наружным (поз. 4) и внутренним (поз.5) корпусами камеры

сгорания, статором турбины ВД и СД (поз. 6) по средней опоре (поз. 2) в соответствии со схемой центровки.

4.3 Регулировку соосности поверхности «Е» выполняют смещением статора (поз. 6) по торцу «П», а поверх «Т» смещением внутреннего корпуса С.А. I ст. поз. 15 по торцу «Н».

4.4 Замеры биений поверхности «Е» выполняют на участке «Л».

4.5 Радиальное биение поверхности «Г» относительно оси «А» не должно отличаться более, чем на 0,1 мм от величины последней проверки биения записанного в паспорте статора КВД и должно быть при этом в пределах 0,3...0,6 мм.

После проведения центровки, производится сборка узлов и динамическая балансировка роторов.

Сборка узлов и агрегатов осуществляется в указанной последовательности:

1. КНД.
2. КСД.
3. КВД.
4. Ротор турбины НД с С.А. IV ст. (вал ТНД колесо III, IV ст. турбины + С.А. IV ст.).
5. Ротор турбины СД (вал ТСД + колесо II ст. турбины).
6. Сборка КВД с ротором ТВД (шпилька) и балансировка.
7. Сборка средней и промежуточной опоры.
8. Сборка БКС с С.А. I и 15 н.а. КВД.
9. Сборка опоры турбины.
10. Демонтировать колесо I ст. турбины со шпильки (КВД с ротором ТВД).
11. Установить КВД с валом ТВД на с.о.

12. Установить БКС с С.А. I и 15 н.а. на КВД.
13. Повернуть трансмиссию на 90°.
14. Установить межвальное ТКУ в среднюю опору.
15. Смонтировать центральный привод в среднюю опору.
16. Повернуть трансмиссию на 90° и установить на С.А. I.
17. Установить на с.о. крышку с.о. с корпусом лабиринтов.
18. Установить КСД на с.о. и закрепить.
19. Повернуть трансмиссию на 180° и установить вниз на КСД.
20. Установить колесо ТВД на болты вала ТВД и затянуть предварительно ключом:
 - измерить радиальные зазоры;
 - окончательно затянуть болты по схеме «крест – накрест» с замером биения по торцу диска;
 - биение не должно отличаться от биения, замеренного при балансировке более чем на 0,04мм.
21. Установить С.А. II ст.:
 - проверить биение по наружному кольцу С.А. II ст. Биение не должно отличаться от биения при центровке на 0,2 мм.
22. Установить уплотнительное кольцо на задний вал ТВД.
23. Нанести смазку ЦИАТИМ – 201 на беговые дорожки наружной и внутренней обоим подшипникам КВД и установить в наружную обойму сепараторов с роликами.
24. Ротор ТСД опустить в вал ТВД и затянуть гайку стяжного болта.
25. Установить опору турбины и капот турбины.
26. Проверить соосность отверстий лючков оболочки с лючками статора КВД и лючками БКС.
27. Повернуть изделие на 180° опорой турбины вниз.
28. Установить переднюю оболочку с 3А н.а.

29. Закрепить крышку промежуточной опоры на КНД.
30. Установить КНД и ВНА.
31. Установить две половины 3н.а. на статор КНД.
32. Повернуть изделие на 180° КНД вниз.
33. Подобрать дистанционные кольца под ротор ТНД,
34. Установить ротор ТНД (с С.А. IV ст.) и затянуть стяжной болт КНД и ТНД.
35. Установить обтекатель, диффузор и заднюю оболочку.

Контрольные вопросы

Литература.

1. Никитин А.Н. Технология сборки двигателей летательных аппаратов. М:Машиностроение,1982,70с.

Учебное издание

ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ ДВУХКОНТУРНОГО ТРЕХВАЛЬ- НОГО ДВИГАТЕЛЯ

Методические указания к практическим занятиям работе

**Составители: Валерий Николаевич Курбатов
Николай Дмитриевич Проничев
Смирнов Геннадий Владиславович**

Редактор
Доверстка

Подписано в печать . Формат
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ.л.
Тираж экз. Заказ . Арт.-

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика С.П. КОРОЛЁВА»
(Самарский университет)
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского университета. 443086, Самара, Московское шоссе, 34