

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

## **Разборка и сборка газотурбинного двигателя ГТД-16**

Электронные методические указания

САМАРА  
2012

УДК 629. 7. 017

Составитель: **Гареев Альберт Минеасхатович**

Рецензент: Язьо Я. М., главный инженер-технолог ЗАО «Агрегат», г. Самара

**Разборка и сборка газотурбинного двигателя ГТД-16**

[Электронный ресурс] : электрон. метод. указания / Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); сост. А. М. Гареев. - Электрон. текстовые и граф. дан. (0,4 Мбайт). - Самара, 2012. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Методические указания знакомят с методиками разборки и сборки газотурбинного двигателя ГТД-16 и содержат сведения о технологическом процессе, обеспечивающем высокую точность сборки и регулировки наиболее ответственных узлов авиационных двигателей.

Методические указания предназначены для студентов факультета инженеров воздушного транспорта, обучающихся по направлению бакалавриата 162300.62 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей», могут использоваться при проведении лабораторных работ в 8 семестре по дисциплине «Производство и ремонт летательных аппаратов и двигателей», а также курсовых и дипломных работ.

Разработаны на кафедре эксплуатации авиационной техники.

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ.....	4
2 КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ГТД – 16.....	5
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗБОРКЕ И СБОРКЕ ДВИГАТЕЛЯ ГТД – 16.....	11
4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА.....	24
5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	24
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	25

Цель работы: Изучение конструкции высокооборотного газотурбинного двигателя ГГД–16 и технологии выполнения операций по сборке и регулированию узлов. Приобретение практических навыков по выполнению сборочных работ и контрольных операций.

## 1 ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ

Сборка — завершающий, трудоемкий и дорогостоящий технологический процесс, который во многом определяет эксплуатационные качества, себестоимость изготовления и конкурентоспособность любого изделия, а тем более авиационной техники.

Качество сборки изделия определяется совокупностью большого количества различных показателей. Традиционно к ним относятся следующие:

- геометрические (точность размеров, геометрической формы, взаимного расположения и контактирования сопрягаемых поверхностей и сборочных элементов, зазоры, натяги, качество совместной обработки деталей в сборе);
- кинематические (плавность и легкость перемещения, величина хода, кинематическая точность);
- эксплуатационные (герметичность стыков, отсутствие вибраций роторов);
- технологические (напряжения и деформации в деталях в результате сборки, усилия запрессовки деталей);
- условия сборки (ручная, автоматическая).

Технологический процесс сборки заключается в соединении деталей, входящих в изделие (деталь → соединение → сборочная единица → модуль → изделие). Формализовано сборку можно представить как процесс образования сборочной размерной цепи, являющейся математической моделью реального изделия: при соединении деталей — составляющих звеньев образуется замыкающее звено.

## 2 КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ГТД – 16

Газотурбинный двигатель ГТД-16 входит в состав автономной бортовой турбогенераторной установки ТГ-16, предназначенной для запуска двигателей на самолете, а также для питания бортовой сети.

ГТД-16 представляет собой высокооборотный (рабочий диапазон 31000 ÷ 33500 об/мин) газотурбинный двигатель с выходной мощностью около 100 кВт и служит для привода через редуктор генератора и всех агрегатов, обслуживающих установку ТГ-16.

Основными элементами газотурбинного двигателя являются (рисунок 1): центробежный компрессор с односторонней крыльчаткой 18 и лопаточным диффузором 19, кольцевая камера сгорания, одноступенчатая газовая турбина 2 с сопловым аппаратом 6, выхлопной патрубков 1.

Ротор турбокомпрессора представляет собой вал, на одном конце которого находится диск турбины, на другом - крыльчатка компрессора. Ротор вращается на подшипниках качения, установленных в корпусе компрессора.

Корпус компрессора является базой сборки двигателя. Сжатый воздух подается во внутреннюю полость кожуха камеры сгорания. Одновременно в камеру сгорания форсунками впрыскивается и распыляется в ней топливо. Воспламенение смеси происходит от двух запальных блоков, состоящих из пусковой форсунки и свечи зажигания.

Образовавшиеся в камере сгорания газы проходят сопловой аппарат турбины, расположенный на выходе из камеры сгорания, и поступают на рабочие лопатки газовой турбины. Мощность, развиваемая турбиной, составляет 400 кВт (300 кВт расходуется на привод компрессора двигателя и около 100 кВт - на вращение генератора). Отработанные газы из турбины через выхлопной патрубок выбрасываются в атмосферу.

Согласно техническим условиям нормальная работа газотурбинного двигателя ГТД-16 может быть обеспечена, если ремонтные работы выполняются только при строгом соответствии

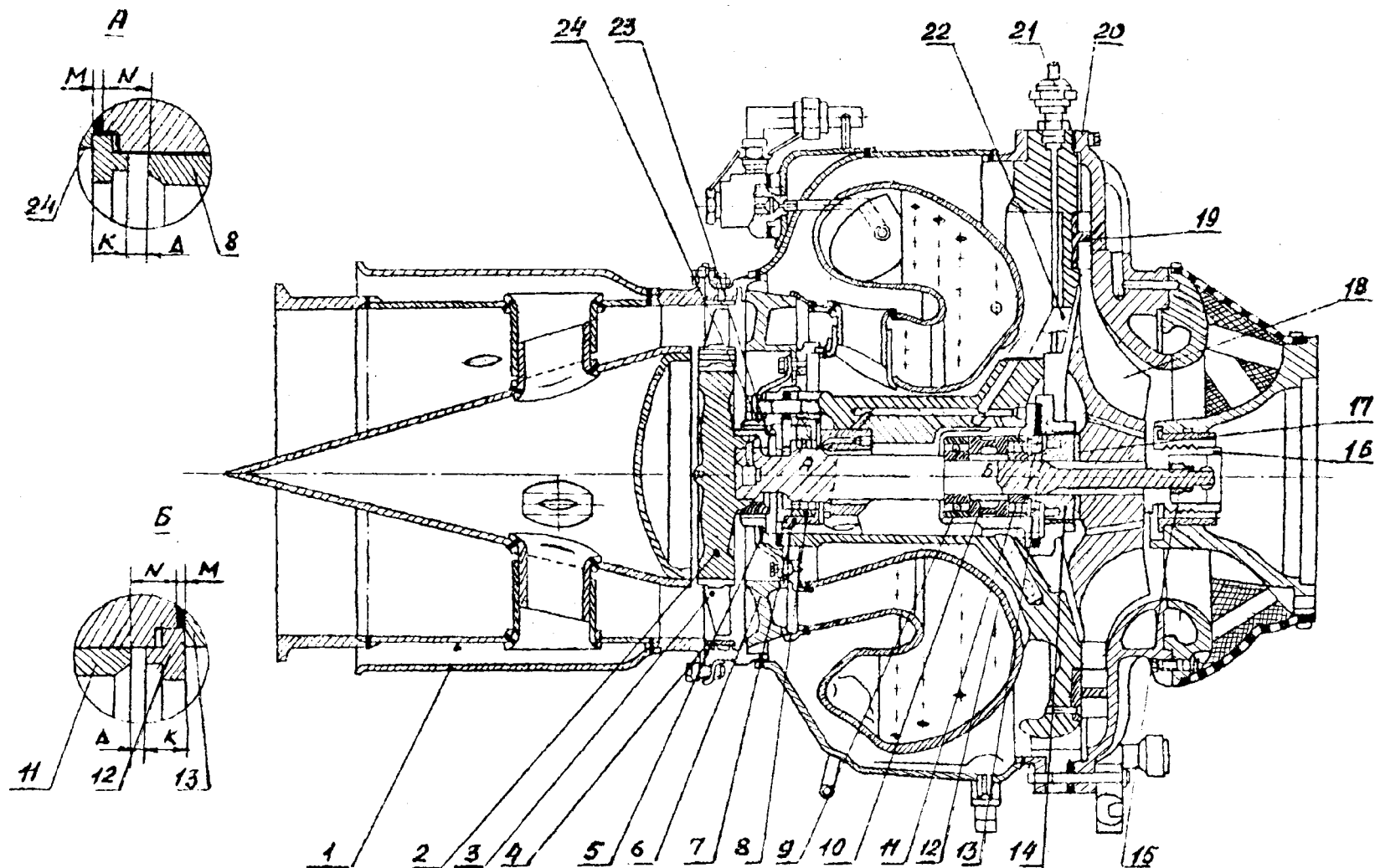


Рисунок 1 – Разрез двигателя ГТД – 16:

1 – выхлопной патрубок; 2 – турбина; 3 – лопатки турбины; 4 – корпус турбины; 5 – калибровочный фланец; 6 – сопловой аппарат; 7 – стакан корпуса компрессора; 8 – роликовый подшипник передний; 9 – шариковый подшипник; 10 – форсунка; 11 – роликовый подшипник задний; 12 – регулировочная шайба; 13 – задняя лабиринтная крышка; 14 – маслоотражательная втулка; 15 – гайка ротора; 16 – лабиринтная втулка; 17 – калибровочная прокладка; 18 – крыльчатка компрессора; 19 – лопаточный диффузор; 20 – крышка компрессора; 21 – прокладка; 22 – корпус компрессора; 23 – передняя лабиринтная втулка; 24 – передняя лабиринтная крышка

требованиям, указанным в картах на ремонт двигателя. Любое, даже самое малое, нарушение технологии сборки может снизить качество выполненной работы.

В данной лабораторной работе с целью сокращения времени на ее выполнение из заводского перечня операций взяты отдельные, наиболее характерные операции разборки и сборки двигателя, т.е. выделена технологическая часть неполной разборки двигателя. Из контрольных операций выбраны те, которые часто выполняются при сборке ГТД и связаны с конструктивными особенностями двигателя.

Так, для газотурбинных двигателей, работающих при высоких температурах, необходимо при сборке обеспечить возможность осевого перемещения ротора. Для ГТД-16 оно должно составлять  $0,2 \div 0,4$  мм. Передний конец вала ротора (см. рисунок 2) опирается на подшипник роликовый 8, воспринимающий радиальные усилия. Подшипник не имеет внутренней обоймы, так как роль внутренней беговой дорожки выполняет поясok вала.

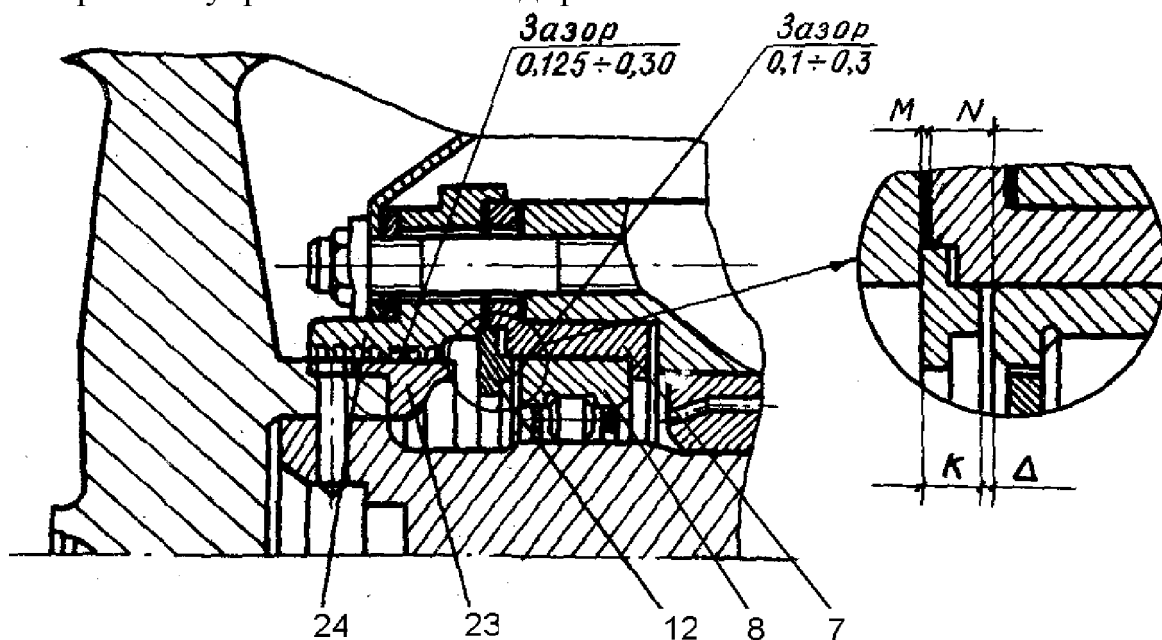


Рисунок 2 – Узел передней опоры:

7 – стакан; 8 – роликовый подшипник; 12 – регулировочная шайба;  
23 – лабиринтная втулка; 24 – лабиринтная крышка

Наружная обойма подшипника вставляется в передний стакан 7 корпуса компрессора с осевым перемещением обоймы в пределах  $0,1 \div 0,3$  мм. Такая посадка наружной обоймы обеспечивает

возможность проворачивания ее во время работы и, соответственно, более равномерный износ беговой дорожки.

Задний конец вала опирается на два подшипника: шариковый 9 и роликовый 11, которые воспринимают соответственно осевые и радиальные нагрузки. Внутренние обоймы подшипников напрессовываются на вал вместе с крыльчаткой и затягиваются гайкой 15. Между наружными обоймами подшипников находится форсунка 10 для подачи масла.

Шариковый подшипник, масляная форсунка и наружная обойка роликового подшипника зафиксированы в корпусе компрессора лабиринтной крышкой 13 через регулировочную шайбу 12 с осевым перемещением в пределах  $0,1 \div 0,3$  мм (рисунок 3). Совместно с осевым люфтом шарикоподшипника это обеспечивает осевое перемещение ротора в пределах  $0,2 \div 0,4$  мм.

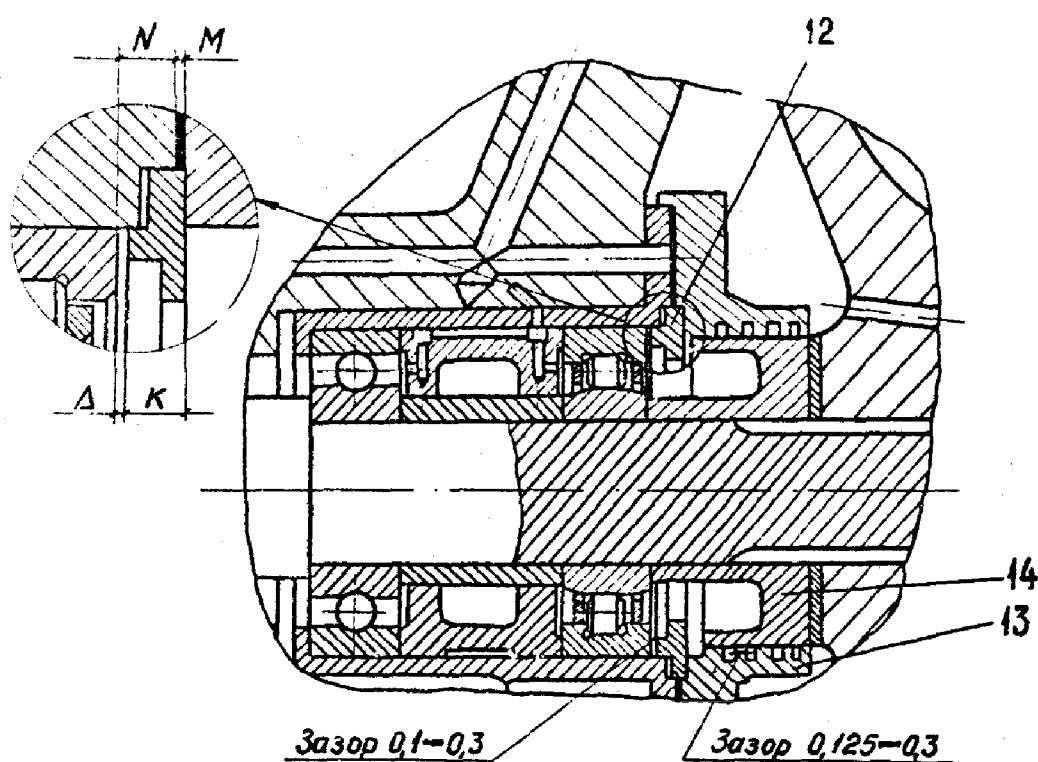


Рисунок 3 – Узел задней опоры:  
12 - регулировочная шайба; 13 - задняя лабиринтная крышка;  
14 - маслоотражательная втулка

Для отделения масляных полостей от газовых в конструкции предусмотрены лабиринтные уплотнения, которые наддуваются



воздухом.

Диаметральный зазор между лабиринтными крышками 13 и 24 и соответствующими маслоотражательными втулками 14 и 23 (см. рисунки 2 и 3) должен составлять  $0,125 \div 0,30$  мм. Превышение зазора может привести к повышенному выбросу масла в тракт двигателя, а уменьшение зазора - к касанию гребешков, их износу.

Для достижения высоких КПД работы турбины и компрессора необходимо проверять и регулировать зазоры между ротором и статором двигателя, зазор между крыльчаткой компрессора 18 и корпусом 22 (рисунок 4)

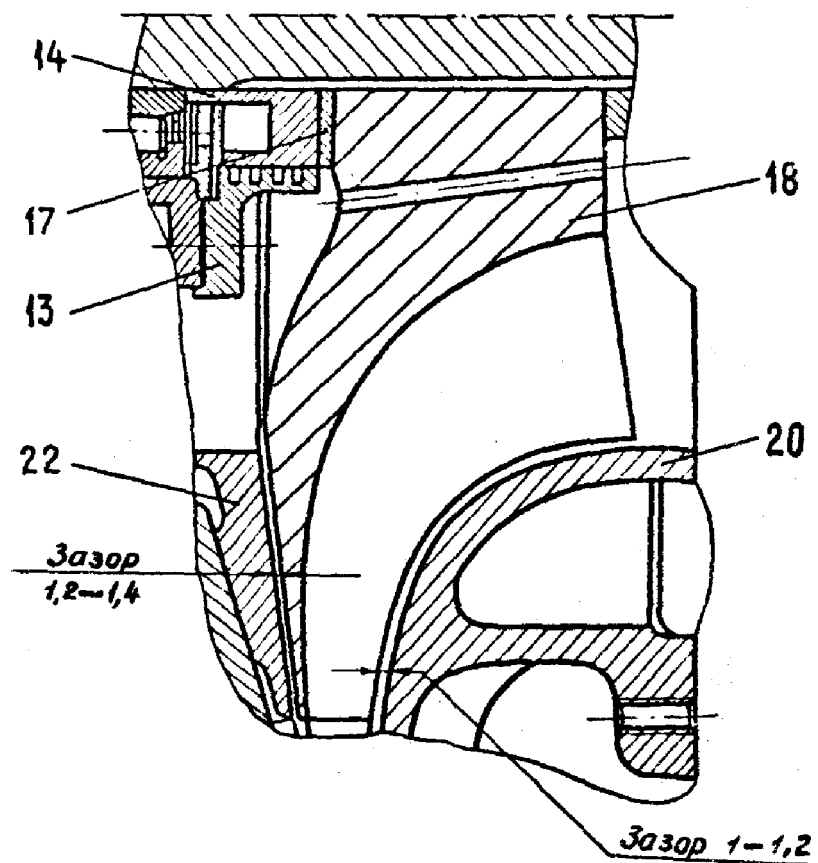


Рисунок 4 – Узел компрессора:

- 13 – задняя лабиринтная крышка; 14 – маслоотражательная втулка;
- 17 – калибровочная прокладка; 18 – крыльчатка компрессора;
- 20 – крышка компрессора; 22 – корпус компрессора

устанавливается в пределах  $1,2 \div 1,4$  мм (путем подбора толщины калибровочной прокладки 17), а зазор между крыльчаткой 18 и крышкой 20 - в пределах  $1,0 \div 1,2$  мм (путем подбора прокладок 21(см. рисунок 1) под фланец крышки компрессора). Нижняя

граница поля допуска обеспечивает вращение ротора без касаний о статор, верхняя - наименьшее перетекание воздуха.

Радиальный зазор между торцами лопаток 3 и бандажом турбины 4, равный  $1,25 \div 1,55$  мм (рисунок 5), обеспечивает свободную радиальную деформацию крыльчатки от действия центробежных сил при увеличении частоты вращения ротора. Данное минимальное значение радиального зазора также исключает перетекание воздуха между крыльчаткой и корпусом на номинальном режиме работы ГТД.

Посадка лопаток 3 турбины в пазы диска 2 делается свободной. Правильность посадки проверяется тангенциальной качкой, которая измеряется на расстоянии  $2 \div 3$  мм от конца пера. Для лопаток ГТД-16 допустимое значение тангенциальной качки составляет  $0,1 \div 0,8$  мм.

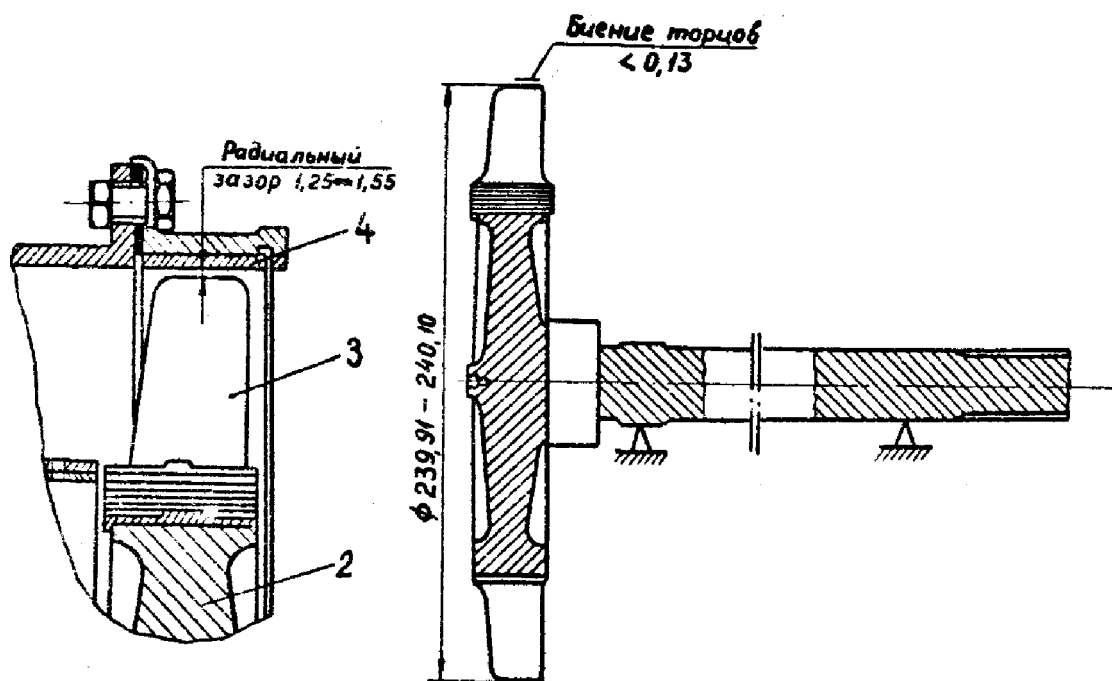


Рисунок 5 – Схема измерений на турбине:  
2 – диск турбины; 3 – лопатки турбины; 4 – корпус турбины

В процессе работы, развиваемая лопаткой центробежная сила, прижимает хвостовик к выступам диска по опорным поверхностям замка, благодаря чему достигается высокая степень равномерности нагрузки на замок. Обод диска турбины не испытывает при этом напряжений сжатия, возникающих при температурных

деформациях замковой части лопатки.

В процессе разборки двигателя при визуальном осмотре могут быть обнаружены явные дефекты (трещины, следы задиров, забоины и т.д.), служащие основанием для отбраковки отдельных деталей.

Производятся также отдельные измерения зазоров (между торцами лопаток турбины и бандажом, в лабиринтных уплотнениях и т.д.), замеряется усилие распрессовки с вала ротора шарикового подшипника и крыльчатки. Эти замеры, выполняемые в узле, позволяют сделать заключение о необходимости отбраковки деталей или возможности их ремонта. Поэтому при выполнении лабораторной работы наличие таких дефектов должно быть отмечено в отчете.

### **3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗБОРКЕ И СБОРКЕ ДВИГАТЕЛЯ ГТД – 16**

Технологические указания процесса разборки и сборки двигателя ГТД – 16 представлены в виде технологических карт в соответствии с действующими руководящими технологическими материалами и требованиями ГОСТа.

<b>К РР ГТД – 16</b>	<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА №1</b>	<b>На страницах 12 – 15</b>	
<b>Пункт РР 01</b>	<b>Наименование работы:</b> Разборка двигателя на узлы	<b>Трудоёмкость (чел.-ч)</b>	
<b>Содержание операции и технические требования (ТТ)</b>		<b>Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ</b>	<b>Контроль</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Установить ГТД-16 на подставку выхлопным патрубком вверх.</li> <li>2 Отвернуть гайки болтов крепления выхлопного патрубка 1 (рисунок 1).</li> <li>3 Снять патрубок.</li> <li>4 Замерить радиальный зазор между лопатками турбины 3 и бандажом корпуса турбины 4 и записать в протокол. Замеры производить в четырех точках по окружности (рисунок 5). Величина зазора должна быть в пределах 1,25 ÷ 1,55 мм.</li> <li>5 Установить двигатель фланцем корпуса турбины 4 на подставку.</li> <li>6 Отвернуть гайки крепления и снять с крышки компрессора 20 входной патрубок. Патрубок снимать, нанося легкие удары молотком с диаметрально противоположных сторон.</li> <li>7 Отвернуть болты и снять крышку компрессора, используя отжимные болты.</li> </ol>			

Содержание операции и технические требования (ТТ)	Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль
<p>8 Отвернуть гайку 15 ротора, удерживая ротор от проворачивания.</p> <p>9 Снять гайку и лабиринтную втулку 16 с вала ротора турбины.</p> <p>10 Выпрессовать вал ротора из крыльчатки компрессора и внутренних обойм задних подшипников, незначительно приподняв корпус ГТД-16 вертикально вверх и осаживая вал молотком.</p> <p>11 Вынуть вал.</p> <p><u>Примечание.</u> Для лабораторной работы посадка указанных деталей на вал сделана свободной. В заводских условиях необходимо в течение 10-15 мин нагревать жаровую часть в электропечи до температуры 100-120°С и выпрессовать вал на гидропрессе. Усилие выпрессовки не должно превышать 2000 кгс. При большем усилии выпрессовки необходимо заменить шариковый подшипник 9.</p> <p>12 Снять с корпуса компрессора 22 крыльчатку 16 и калибровочные прокладки 17.</p> <p>13 Отвернуть гайки и снять с корпуса компрессора заднюю лабиринтную крышку 13, прокладку и маслоотражательную втулку 14.</p>		

Содержание операции и технические требования (ТТ)	Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль
<p>14 Замерить диаметральный зазор между лабиринтной крышкой и маслоотражательной втулкой 14 (рисунок 4) и записать в протокол (приложение А). Зазор должен быть в пределах <math>0,125 \div 0,3</math> мм.</p> <p>15 Вынуть из стакана корпуса компрессора регулировочную шайбу 12, задний роликовый подшипник 11, кольцо, форсунку 10 и шариковый подшипник 9.</p> <p><u>Примечание.</u> Подшипники вынимать указательными пальцами обеих рук, недопуская перекосов и выпадения роликов роликоподшипника.</p> <p>16 Установить жаровую часть фланцем корпуса компрессора на подставку.</p> <p>17 Отвернуть гайки крепления калибровочного фланца 5 и передней лабиринтной крышки 24 к корпусу компрессора.</p> <p><u>Примечание.</u> Болты крепления соплового аппарата не отворачивать.</p> <p>18 Снять с корпуса компрессора корпус турбины совместно с камерой сгорания и сопловым аппаратом 6.</p> <p>19 Снять с корпуса компрессора калибровочный фланец 5 и переднюю лабиринтную крышку 24.</p> <p>Для съема крышки использовать отжимные болты.</p>		

Содержание операции и технические требования (ТТ)		Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Конт- роль
<p>20 Вынуть регулировочную шайбу и снять прокладку.</p> <p>21 Вынуть из стакана 7 корпуса компрессора передний роликподшипник 8, не допуская выпадения роликов.</p> <p>22 Замерить диаметральный зазор в переднем лабиринте между лабиринтной крышкой 24 и маслоотражательной втулкой 23 (рисунок 2) и записать в протокол. Зазор должен быть в пределах <math>0,125 \div 0,3</math> мм.</p> <p>23 Разложить детали, произвести их внешний осмотр, дать заключение о техническом состоянии деталей.</p>			
Контрольно- проверочная аппаратура (КПА)	Инструменты и приспособления	Расходуемые материалы	Дополнительно используемые карты
Штангенциркуль Набор шупов	Ключ гаечный $S = 9$ Ключ гаечный $S = 11$ Ключ торцовый $S = 11$ Ключ специальный Молоток деревянный Отжимные болты Подставка		

<b>К РР ГТД – 16</b>	<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА №2</b>	<b>На страницах 16 – 18</b>	
<b>Пункт РР 01</b>	<b>Наименование работы:</b> Подбор деталей на сборку	<b>Трудоёмкость (чел.-ч)</b>	
<b>Содержание операции и технические требования (ТТ)</b>		<b>Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ</b>	<b>Конт-роль</b>
<p>1 Установить на вал ротора турбины внутреннюю обойму заднего роликового подшипника и крыльчатку компрессора, закрепить детали гайкой.</p> <p>2 Установить вал беговыми дорожками подшипников на призмы приспособления, упирая диск турбины в торец приспособления.</p> <p>3 Выставить стойку с индикатором и проверить биение по торцам лопаток (рисунок 5). Результаты записать в протокол. Биение должно быть <math>\leq 0,13</math> мм</p> <p>4 Установить ножку индикатора на расстоянии 2 мм от торца лопатки и легким покачиванием пера лопатки проверить тангенциальную качку. Результаты записать в протокол. Качка должна быть в пределах <math>0,1 \div 0,8</math> мм.</p> <p>5 Замерить с помощью штангенциркуля диаметр по торцам лопаток в четырех взаимно перпендикулярных положениях (рисунок 5). Результаты записать в протокол. Диаметр должен быть в пределах <math>239,91 \div 240,10</math> мм.</p>			



Содержание операции и технические требования (ТТ)	Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль
<p>6 Произвести подбор регулировочной шайбы по размеру <math>K</math>, обеспечивая осевой зазор в задней опоре <math>\Delta = 0,1 \div 0,3</math> мм, для чего следует (рисунок 3):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) в стакан корпуса компрессора со стороны крыльчатки установить шариковый подшипник, форсунку и наружную обойму заднего роликового подшипника, не допуская перекосов;</li> <li>б) измерить с помощью глубиномера и призмы утопание <math>N</math> торца наружной обоймы роликоподшипника относительно фланца стакана;</li> <li>в) измерить с помощью микрометра толщину <math>M</math> медной прокладки;</li> <li>г) подобрать из имеющегося набора регулировочную шайбу 12 по размеру <math>K</math>, обеспечивая соотношение           <math display="block">K = N + M - \Delta</math> </li> </ul> <p>Результаты записать в протокол.</p> <p>7 После подбора регулировочной шайбы из стакана корпуса компрессора вынуть наружную обойму роликового подшипника, форсунку, шарикоподшипник.</p> <p>8 Подобранную шайбу и прокладку положить на стол сборки справа.</p>		

Содержание операции и технические требования (ТТ)		Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль
<p>9 Установить корпус на подставку фланцем лопаточного диффузора.</p> <p>10 Произвести аналогичный подбор регулировочной шайбы и прокладки, обеспечивая осевой зазор в передней опоре <math>\Delta = 0,1 \div 0,3</math> мм (рисунок 2). Результаты записать в протокол.</p> <p>11 Подобранные детали положить на стол сборки слева.</p>			
Контрольно-проверочная аппаратура (КПА)	Инструменты и приспособления	Расходуемые материалы, ЗИП	Дополнительно используемые карты
Микрометр Глубиномер Индикатор Штангенциркуль	Призма Стойка для индикатора Приспособление для проверки ротора	Набор регулировочных шайб	

К РР ГТД – 16	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА №3	На страницах 19 – 23	
Пункт РР 01	Наименование работы: Сборка двигателя	Трудоёмкость (чел.-ч)	
Содержание операции и технические требования (ТТ)		Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль
		<p>1 В передний стакан корпуса компрессора установить передний роликовый подшипник, подобранную регулировочную шайбу; надеть на шпильки прокладку и переднюю лабиринтную крышку.</p> <p><u>Примечание.</u> При установке прокладки и лабиринтной крышки внимательно проследить за совмещением отверстий под штифт, воздушные в масляные каналы.</p> <p>2 Установить на шпильки регулировочную прокладку.</p> <p>3 На шпильки корпуса компрессора установить собранную с сопловым аппаратом и корпусом турбины камеру сгорания.</p> <p>4 Навернуть на шпильки гайки и затянуть.</p> <p><u>Примечание.</u> При установке проследить за совпадением ребер корпуса с впадинами на камере сгорания.</p> <p>5 Установить ротор с диском турбины на подставку, сняв ранее установленные детали.</p>	

Содержание операции и технические требования (ТТ)	Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Конт- роль
<p>6 Корпус компрессора установить на вал ротора турбины, плавно опуская корпус на вал вертикально.</p> <p>7 Установить в задний стакан корпуса компрессора шариковый подшипник, кольцо, форсунку, задний роликоподшипник и подобранную регулировочную шайбу 12.</p> <p><u>Примечание.</u> Роликовый подшипник устанавливать в собранном виде: наружную обойму с роликами и внутреннюю обойму одновременно.</p> <p>8 Надеть на шпильки прокладку и заднюю лабиринтную крышку, совместив отверстия под штифт, воздушные и масляные каналы.</p> <p>9 Навернуть и равномерно затянуть гайки крепления задней лабиринтной крышки, не допуская перекосов.</p> <p>10 Подобрать толщину регулировочной прокладки 17 под крыльчатку компрессора (чтобы обеспечить зазор между крыльчаткой и корпусом). Зазор должен быть в пределах <math>1,2 \div 1,4</math> мм. Для этого необходимо (рисунок 4):</p> <p>а) установить на вал крыльчатку до прилегания к корпусу компрессора, на лопатки диффузора - стойку с индикатором, и, упирая ножку индикатора в торец крыльчатки, установить стрелку индикатора на "0";</p>		

Содержание операции и технические требования (ТТ)	Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Конт- роль
<p>б) снять стойку и крыльчатку, установить на вал маслоотражательную втулку 14 и калибровочные прокладки 17 общей толщиной <math>\Delta = 1,2 - 1,4</math> мм;</p> <p>в) установить крыльчатку на вал, подвести стойку с индикатором и определить зазор между корпусом компрессора и крыльчаткой по отсчету на индикаторе; определить необходимую для обеспечения требуемого зазора толщину прокладок (до 3 шт.).</p> <p>Результаты записать в протокол.</p> <p>11 На корпус компрессора установить крышку, и, совмещая отверстия воздушных каналов, закрепить ее на 4 болта.</p> <p>12 Установить на крышку компрессора стойку с индикатором и, уперев ножку индикатора в торец крыльчатки, переместить крыльчатку по валу.</p> <p>13 Замерить зазор между крыльчаткой и крышкой компрессора. Для обеспечения необходимого зазора разрешается поставить под крышку до двух паранитовых прокладок. Зазор должен быть в пределах <math>1,0 \div 1,2</math> мм.</p> <p>Результаты записать в протокол.</p>		

Содержание операции и технические требования (ТТ)	Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Конт- роль
<p>14 Установить на вал ротора турбины лабиринтную втулку 16 (рисунок 1) и навернуть гайку 15. После контакта с опорной поверхностью затянуть гайку на угол 25-30°.</p> <p>15 Установить на крышку компрессора входной патрубков, навернуть и затянуть гайки.</p> <p>16 Проверить осевое перемещение ротора двигателя. Для этого необходимо:</p> <p style="padding-left: 40px;">а) закрепить призму с индикатором на фланце корпуса турбины и упереть ножку индикатора в торец турбины;</p> <p style="padding-left: 40px;">б) отжимая вал ротора с двух сторон руками, замерить по индикатору осевое перемещение (оно должно составлять 0,2÷0,4 мм). Результаты записать в протокол.</p> <p>17 Проверить вращение ротора. Вращение должно быть легким, без заеданий.</p>		

Содержание операции и технические требования (ТТ)		Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Конт- роль
<p>18 Установить ГТД-16 фланцем входного патрубка на подставку.</p> <p>19 Установить на корпус турбины выхлопной патрубков. Поставить болты и затянуть гайки.</p> <p>20 Представить собранный двигатель преподавателю.</p>			
Контрольно- проверочная аппаратура (КПА)	Инструменты и приспособления	Расходуемые материалы	Дополнительно используемые карты
<p>Микрометр Индикатор</p>	<p>Ключ гаечный <math>S = 9</math> Ключ гаечный <math>S = 11</math> Ключ торцовый <math>S = 11</math> Ключ специальный Подставка Призма Стойка индикатора</p>	<p>Набор прокладок</p>	

## **4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

Отчет о выполненной лабораторной работе должен содержать:

1. Таблицу замеров проточной части двигателя.
2. Эскизы контролируемых узлов.
3. Выводы.
4. Рекомендации по устранению выявленных дефектов.
5. Заключение.

## **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Особенности сборки типовых соединений?
2. Особенности конструкции двигателя ГТД – 16?
3. Назначение операции по проверке тангенциальной качки?
4. Назначение операции по проверке торцевого биения?
5. В чем заключаются неоднородные сборочные погрешности?
6. Назначение операций по проверке осевого и радиального зазоров?
7. Назначение операции по проверке осевого биения ротора?

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1) Елисеев, Ю.С., Технология эксплуатации, диагностики и ремонта газотурбинных двигателей [Текст] / Крымов, В.В., Малиновский, К.А., Попов, В.Г. – М.: Высшая школа, 2002.
- 2) Голего, Н.Л., Ремонт летательных аппаратов [Текст] / Учебник для вузов ГА – М.: Транспорт, 1984.
- 3) Никитин, А.Н., Серебрянников, Г.З., Технология сборки и автоматизация производства воздушно-реактивных двигателей [Текст]. – М.: Машиностроение, 1992.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1А – Карта замеров проточной части двигателя ГТД – 16

№ п.п.	Наименование	Значение по ТУ, мм	Замеренное значение, мм
1	2	3	4
1	Диаметральный зазор между лопатками турбины и бандажом корпуса турбины	1,25 ÷ 1,55	
2	Диаметральный зазор между лабиринтной крышкой и маслоотражательной втулкой задней опоры ротора	0,125 ÷ 0,3	
3	Диаметральный зазор между лабиринтной крышкой и маслоотражательной втулкой передней опоры ротора	0,125 ÷ 0,3	
4	Биение по торцам лопаток турбины	≤ 0,13	
5	Тангенциальная качка лопаток	0,1 ÷ 0,8	
6	Диаметр по торцам лопаток РК турбины	239,91 ÷ 240,10	
7	Осевой зазор в задней опоре ротора	0,1 ÷ 0,3	
8	Осевой зазор в передней опоре ротора	0,1 ÷ 0,3	
9	Зазор между крыльчаткой и корпусом компрессора	1,2 ÷ 1,4	
10	Зазор между крыльчаткой и крышкой компрессора	1,0 ÷ 1,2	
11	Осевое перемещение ротора двигателя	0,2 ÷ 0,4	