

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(национальный исследовательский университет)»

Сборка многоступенчатой турбины ГТД

Электронные методические указания
к лабораторной работе

САМАРА

2010

Составители: ПРОНИЧЕВ Юрий Николаевич
КУРБАТОВ Валерий Павлович

В методических указаниях рассматривается технология сборки, расчет и контроль сборочных параметров, приведены видеоклипы по сборочной оснастке, разборке турбины и ее сборке, а также содержатся комплект технологических карт.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности: 160301 «Авиационные двигатели и энергетические установки», изучающих курсы: «Технология производства АД и ЭУ», «Технология машиностроения», «Технологические методы обеспечения надежности деталей ГТД», «Информационные технологии», и в рамках магистерской программы «Интегрированные информационные технологии в авиадвигателестроении» по направлению 160700.68 «Двигатели летательных аппаратов».

Разработано на кафедре производства двигателей летательных аппаратов.

**© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2010**

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Содержание работы	4
Лабораторное оборудование	4
Конструкция турбины	5
Технические требования на сборку турбины	13
Особенности технологического процесса сборки турбины двигателя	14
Разборка и сборка турбины	20
Содержание отчета	21
Контрольные вопросы	21
Приложение I. Операционные карты	
Приложение II. Видеопособие	

Цель работы: изучение технических требований, предъявляемых к сборке многоступенчатой турбины ГТД, методов контроля и обеспечения сборочных параметров, особенностей технологического процесса сборки и конструкции оснастки.

Содержание работы:

1. Изучение конструкции турбины и технических требований, предъявляемых к сборке.
 2. Изучение особенностей технологического процесса сборки турбины.
 3. Разборка и сборка турбины.
 4. Отчет по работе.
- Продолжительность лабораторной работы - 4 часа.

Лабораторное оборудование

- Л8-01 – технологическая подставка с подшипников к валом
- Л8-02 – ключ специальный для гайки крепления внутреннего кольца роликоподшипника
- Л8-03 – съемник для выпрессовки внутреннего кольца роликоподшипника
- Л8-04 – приспособление для центрирования и подъема ротора турбины
- Л8-05 – штанга для вывода из зацепления шлицевой муфты при демонтаже ротора
- Л8-06 – технологический ротор для контроля радиальных и осевых зазоров
- Л8-07 – приспособление для центрирования технологического ротора

- Л8-08 – приспособление для измерения линейного размера ротора
- Л8-09 – втулка, направляющая при установке опоры
- Л8-10 – конус, направляющий на хвостовик ротора
- Л8-11 – втулка для направления роликов подшипника

Слесарно-сборочный инструмент:

Ключи плоские S = 10; S = 12.

Отвертка.

Ключи торцевые S = 10; S = 12.

Молоток - 200 г.

Мерительный инструмент:

Щуп наборный

Штангенрейсмус

Глубиномер

Штангенциркуль

Микрометр 50-75 мм

Нутромер индикаторный 50-75 мм

Кольцо для настройки нутромера 65 мм

Щуп специальный для осевого зазора I ст

Щуп специальный для осевого зазора II ст

Конструкция турбины

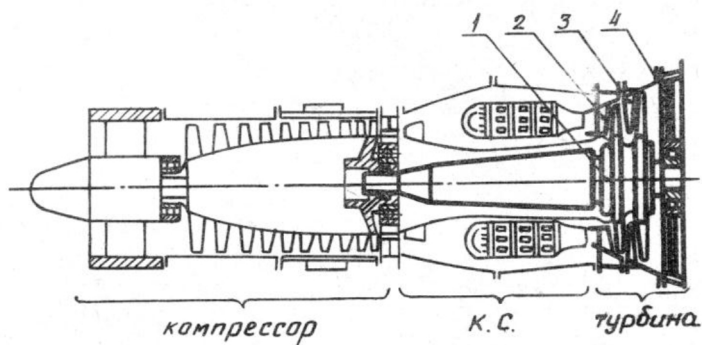
Турбина для привода компрессора (рисунок 1) состоит из ротора, сопловых аппаратов I и II степени и опоры ротора.

Ротор турбины (рисунок 2) состоит из вала I, колец лабиринтных 2 и 3, рабочих колес 4 и 5, промежуточного диска 6 с лабиринтным кольцом и цапфы 9. Все эти элементы ротора со-

единяются между собой торцевыми шлицами и стягиваются двенадцатью болтами 7 с гайками 8.

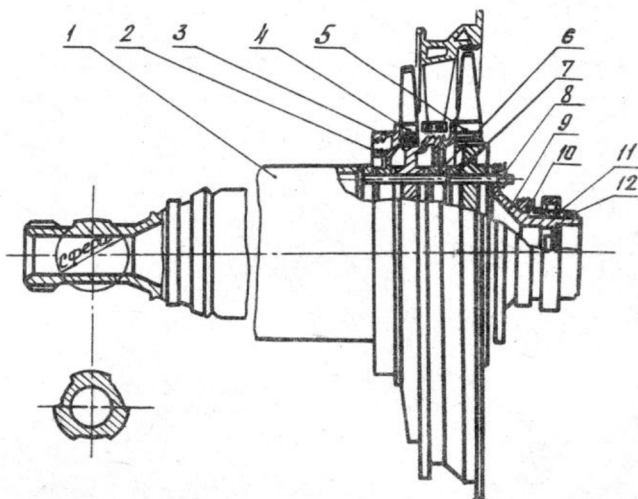
Ротор имеет две опоры. Передней опорой ротора служит хвостовик диска 10-й ступени ротора компрессора, на котором смонтирован радиально-упорный шариковый подшипник. Задней опорой ротора служит роликовый подшипник»

Крутящий момент с ротора турбины на диск 10-й ступени ротора компрессора передается посредством шлиц вала ротора турбины и шлицевой втулки, находящейся в хвостовике диска 10-й ступени ротора компрессора (рисунок 3).



1 - ротор турбины; 2 - сопловой аппарат I ст.; 3 - сопловой аппарат II ст.;
4 - опора задняя.

Рисунок 1 - Схема турбины двигателя



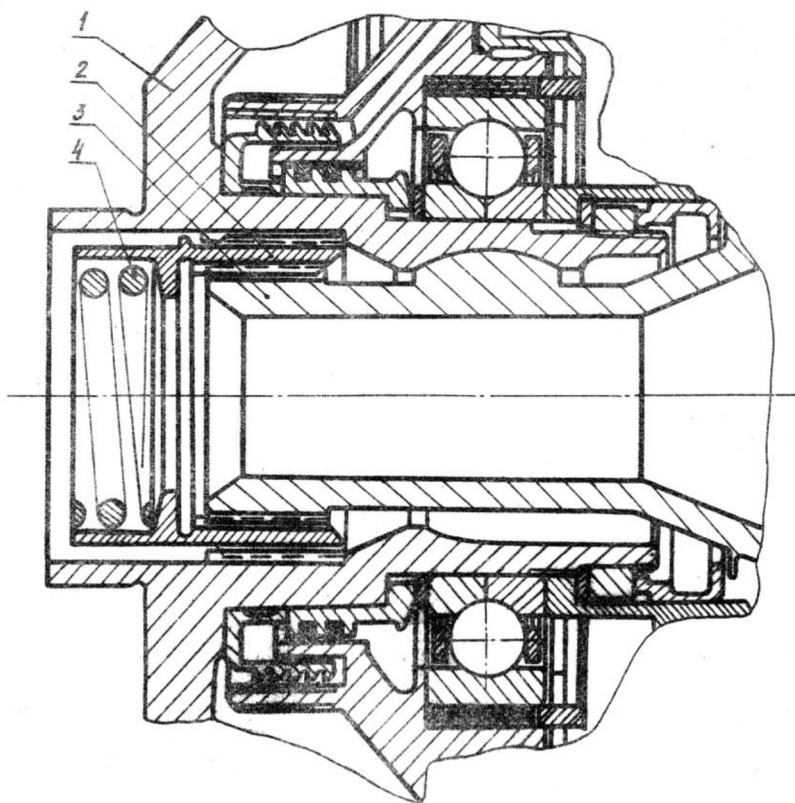
1 - вал ротора; 2,3 - кольца лабиринтные; 4 - рабочее колесо I ст.; 5 - рабочее колесо II ст.; 6 - диск промежуточный; 7 - болт; 8 - гайка; 9 - цапфа ротора; 10 - кодыцедержатель; 11 - роликоподшипник; 12-гайка.

Рисунок 2 - Ротор турбины

Осевое усилие с ротора турбины на ротор компрессора передается сферой с трема вырезами. Соединение роторов осуществляется путем ввода выступов наружной сферы вала турбины через прорези во внутреннюю сферу хвостовика диска 10-й ступени ротора компрессора и поворота ротора турбины на 60° . Такое соединение роторов допускает взаимный перекося их осей. От поворота одного ротора относительно другого они фиксируются шлицевой втулкой.

При сборке ротора турбины на балансировку между рабочими колесами I и II ступени устанавливается сопловой аппарат II-й ступени, чтобы исключить разборку ротора в процессе окончательной сборки турбины. При балансировке ротора

сопловой аппарат закрепляется неподвижно с помощью специального приспособления.



1 – диск X-й ступени компрессора; 2 – втулка шлицевая;
3 – вал ротора турбины; 4 – пружина.

Рисунок 3 – Соединение роторов турбины и компрессора

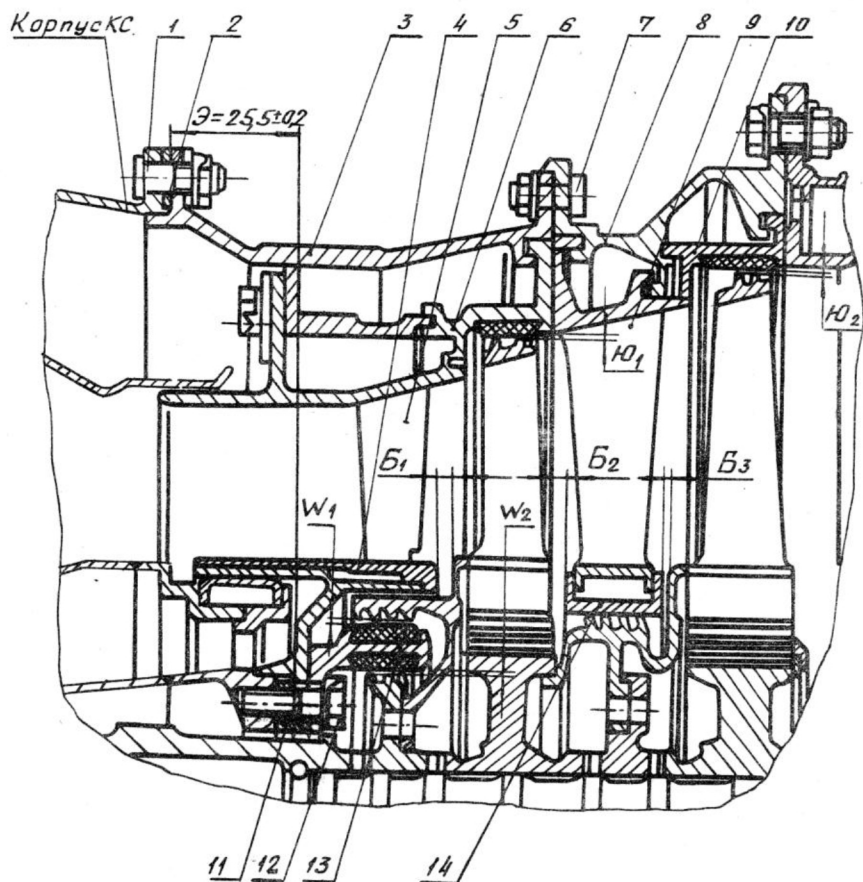
Сопловой аппарат I-й ступени (рисунок 4) состоит из корпуса 3 с наружной обоймой, внутреннего обода 4, сопловых лопаток 5 и обода б с металлокерамическими вставками, поз-8

воляющими уменьшить радиальный зазор в уплотнении. Спереди корпус имеет наружный фланец для крепления к корпусу камеры сгорания, к заднему фланцу корпуса крепится сопловой аппарат II - ой ступени. Внутренний обод 4 соплового аппарата и кольцо 13 с металлокерамическими вставками крепятся к внутреннему корпусу диффузора камеры сгорания.

Регулировочные кольца 2 и 11 предназначены для изменения положения сопловых аппаратов турбины относительно рабочих колес ротора при регулировании осевых зазоров Б₁, Б₂, Б₃.

Сопловой аппарат II-й ступени (рисунок 4) состоит из корпуса 8, уплотнительного кольца 14, лопаток 9 и обоймы 10 с металлокерамическими вставками. Корпус своим передним фланцем крепится к корпусу соплового аппарата I-й ступени. К заднему фланцу крепится опора турбины.

Опора турбины. Корпус опоры I (рисунок 5) сварной конструкции. Передним фланцем корпус опоры крепится к сопловому аппарату II-й ступени турбины. Стакан 4 роликоподшипника крепится к корпусу опоры с помощью передней 5 и задней 10 крышек. Одновременно с передней крышкой крепится обойма металлокерамических вставок 3. Крепление крышек совместно со стаканом подшипника осуществляется винтами 11, которые заворачиваются в резьбовые отверстия передней крышки.



1 - болт; 2 - кольцо регулировочное; 3 - корпус соплового аппарата I ст.; 4 - обод внутренний; 5 - лопатка соплового аппарата I ст.; 6 - обойма; 7 - Болт; 8 - корпус соплового аппарата II ст.; 9 - лопатка соплового аппарата II ст.; 10 - обойма; 11 - кольцо регулировочное; 12 - винт; 14 - кольцо уплотнительное.

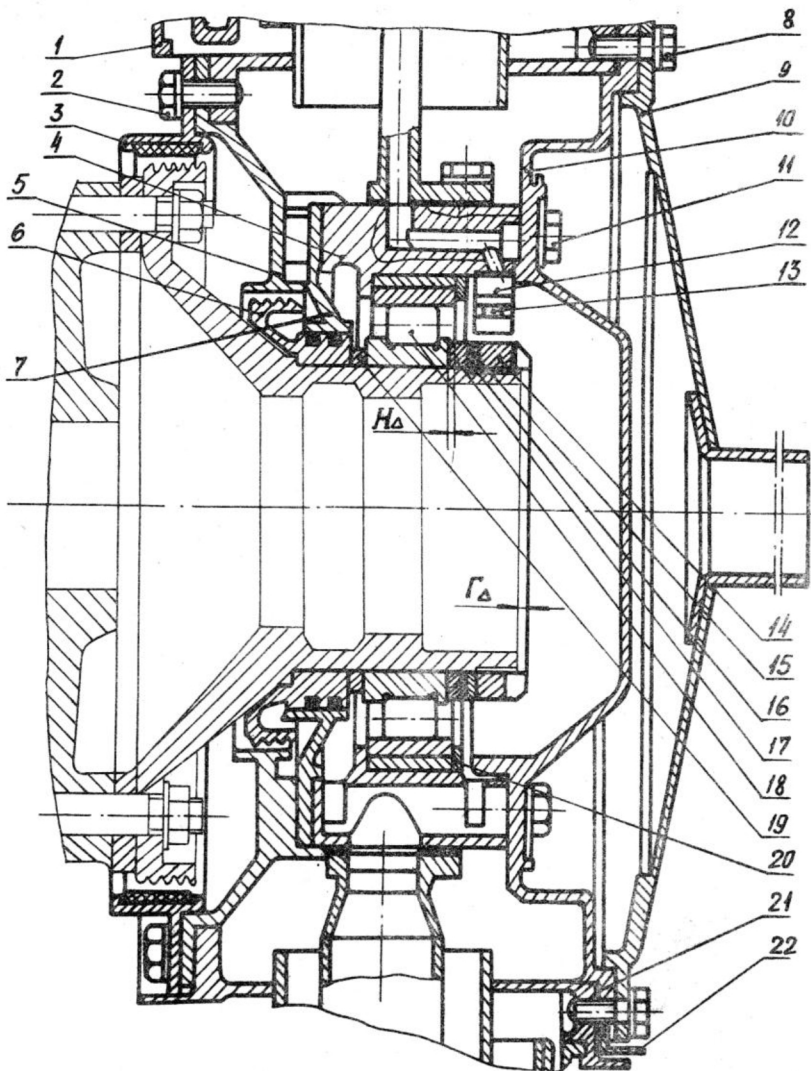
Рисунок 4 - Сопловой аппарат турбины

Во внутреннюю расточку передней крышки 5 устанавливается втулка 7, внутренняя поверхность которой совместно с

уплотнительными кольцами кольцедержателя 6 образуют контактное уплотнение.

Наружное кольцо роликоподшипника 18 устанавливается в стакан опоры до упора его в бурт и от осевых смещений ограничивается кольцом 20 и упорным буртом задней крышки 10.

Внутреннее кольцо подшипника устанавливается на заднюю цапфу ротора турбины с натягом. Регулировочным кольцом 19, установленным на задней цапфе ротора турбины, регулируется взаимное положение торцов наружного и внутреннего колец роликоподшипника (размер H_{Δ}). Все вращающиеся детали: кольцедержатель 6, регулировочное кольцо 19, внутреннее кольцо подшипника 18 и другие (15, 16, 17) закреплены на цапфе гайкой 14. Взаимное положение торцов гайки и цапфы (размер Γ_{Δ}) обеспечивается регулировочным кольцом 17.



1 - корпус опоры; 2 - винт; 3 - обойма; 4 - стакан подшипника; 5 - крышка передняя; 6 - кольцедержатель; 7 - втулка; 8 - винт; 9 - конус; 10 - крышка задняя; 11 - винт; 12 - форсунка; 13 - винт; 14 - гайка; 15 - шайба опорная; 16 - шайба контрольная; 17 - кольцо регулировочное; 18 - роликоподшипник; 19 - кольцо регулировочное; 20 - кольцо регулировочное; 21-прокладка; 22 - кольцо запорное.

Рисунок 5 - Опора ротора турбины

Технические требования на сборку турбины

1. Обеспечить соосность опоры турбины и задней опоры компрессора по методике, описанной на с. II.

2. Радиальные зазоры W_1 , и W_2 (рисунок 4) между лабиринтным кольцом соплового аппарата I ступени и уплотнительной поверхностью лабиринтных колец ротора турбины - 0,3 - 0,5 мм.

3. Радиальный зазор “Ю₁” и “Ю₂” (рисунок 4) между металлокерамическими вставками и гребешками полок рабочих лопаток ротора турбины – 0,4 - 0,8 мм,

4. Осевые зазоры Б₁, Б₂, Б₃ (рисунок 4) между торцами рабочих колес ротора турбины и торцами внутренних обойм сопловых аппаратов:

$$Б_1 = 3,3 - 3,7 \text{ мм};$$

$$Б_2 = 2,7 - 5,3 \text{ мм};$$

$$Б_3 = 3,0 - 5,0 \text{ мм}.$$

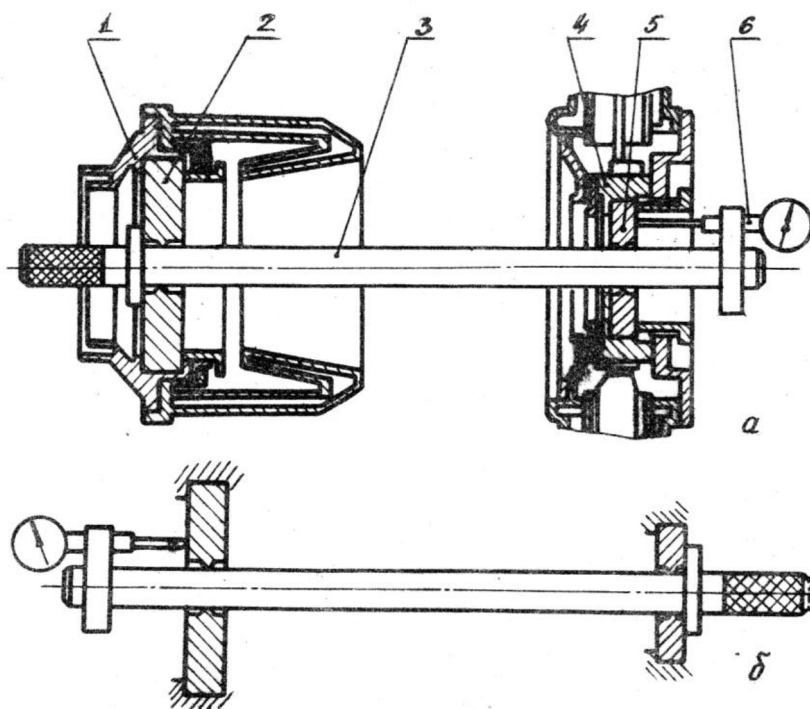
5. Посадка внутреннего кольца роликоподшипника на цапфе ротора с натягом 0,001 - 0,01 мм. Посадка наружного кольца роликоподшипника в стакане опоры с зазором 0,00 - 0,01 мм.

6. Торец внутреннего кольца роликоподшипника должен быть смещен относительно торца наружного кольца в сторону компрессора на величину 0,3 - 0,5 мм (рисунок 5 размер Н_Δ). Обеспечить изменением толщины регулировочного кольца п. 19.

7. Свисание внешнего торца гайки крепления роликоподшипника относительно торца цапфы ротора турбины (рисунок 5 размер Г_Δ) 3,2 — 3,4 мм. Обеспечить подбором регулировочного кольца п. 17.

Особенности технологического процесса сборки турбины двигателя

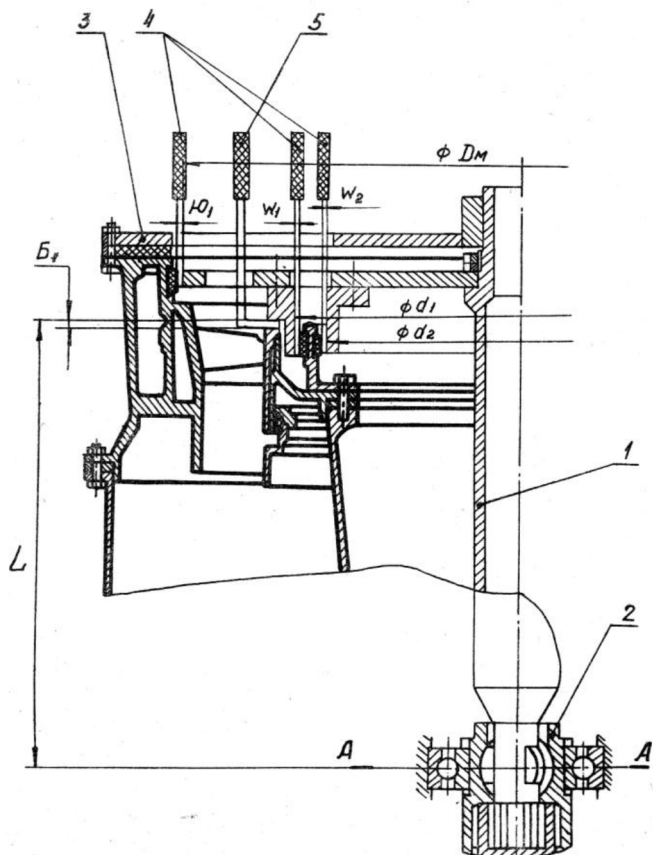
Соосность опоры турбины и задней опоры компрессора контролируется с помощью технологической оправы и колец по схеме (рисунок 6). При этом замеряется величина торцевого биения поверхности колец, установленных в гнезда вместо подшипников.



1 - опора компрессора; 2 - кольцо технологическое; 3 - оправа контрольная; 4 - стакан подшипника; 5 - кольцо технологическое; 6 - индикатор; а - первое положение оправы; б - второе положение оправы.

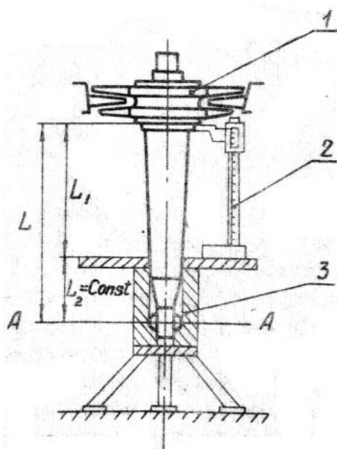
Рисунок 6 - Схема проверки соосности опоры турбины и опоры компрессора

Весьма специфична методика контроля радиальных зазоров W_1 , W_2 , $Ю_1$, а также осевого зазора $Б_1$ (рисунок 4). Ранее (см. описание конструкции) было указано, что в целях исключения разборки ротора турбины (перед установкой его на двигатель) ротор собирается и балансируется совместно со вторым сопловым аппаратом. Но такая компоновка ротора после установки его на двигатель лишает возможности непосредственного контроля зазоров W_1 , W_2 , $Ю_1$, так как доступ к зазорам закрыт. Поэтому контроль этих зазоров можно осуществить только с помощью специального технологического ротора, имитирующего реальный ротор двигателя. Конструкция такого технологического ротора показана на рисунке 7. Ротор состоит из вала и диска. Хвостовик вала имеет шлицы и сферу аналогичную действительному ротору. Центрирование ротора относительно соплового аппарата I-й ступени осуществляется с помощью цапфы вала и специального приспособления. Диск ротора имеет окна, с помощью которых обеспечивается возможность измерения зазоров W_1 , W_2 , $Ю_1$, щупами.



1 - ротор технологический; 2 - опора хвостовика ротора компрессора;
 3 - приспособление для центрирования; 4 - щуп наборный; 5 - щуп специальный; А-А -
 плоскость, проходящая через центр сферы вала ротора.

Рисунок 7 - Схема измерения осевых и радиальных зазоров с помощью технологического ротора



1 - ротор турбины; 2 - штангенрейсмус; 3 - подставка;
 А-А - плоскость, проходящая через центр сферы вала ротора.

Рисунок 8 - Схема измерения осевых размеров ротора

Следует иметь в виду, что измеренные радиальные и осевые зазоры необходимо скорректировать на величину разности в размерах действительного и технологического ротора. С этой целью некоторые размеры у действительного ротора измеряются в процессе сборки турбины. На рисунке 8 приведен пример измерения размера L , ротора.

Радиальный зазор Ю_2 и осевой зазор Б_3 измеряются после окончательной сборки турбины с помощью наборного щупа (для зазора Ю_2), и специального щупа Г-образной формы (для зазора Б_3).

Осевой зазор Б_2 непосредственно не контролируется, а определяется путем расчета. С этой целью до установки ротора турбины в изделие производится измерение величины осевого перемещения соплового аппарата II-й ступени относительно рабочих колес I-й и II-й ступени. Величина этого перемещения равна сумме двух зазоров Б_2 и Б_3 , т.е. $\text{Б}_\Sigma = \text{Б}_2 + \text{Б}_3$. После измере-

ния действительного значения зазора B_3 (щупом) вычисляется величина зазора B_2 по формуле

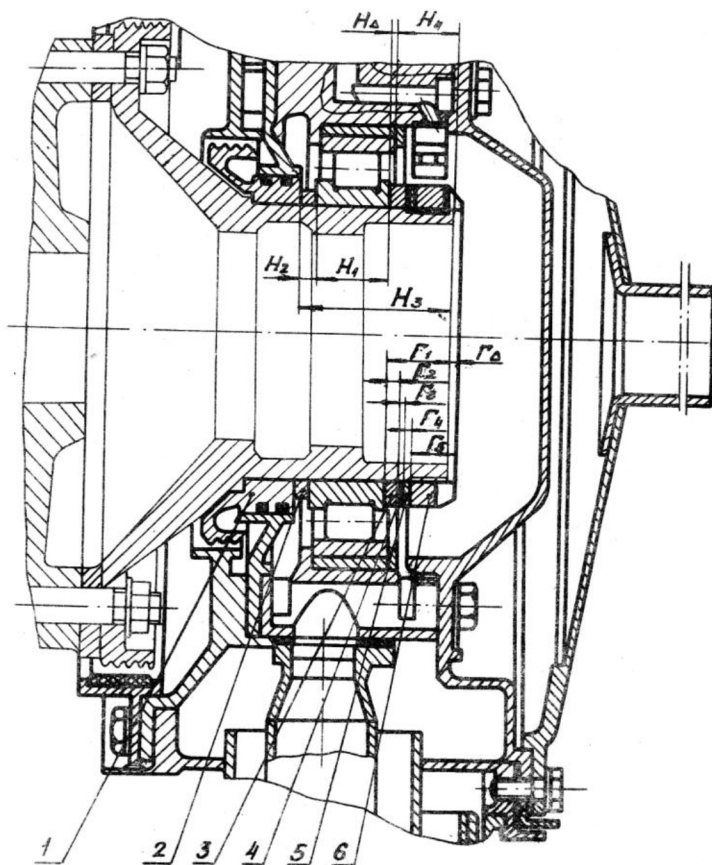
$$B_2 = B_{\Sigma} - B_3$$

Посадка внутреннего и наружного кольца роликоподшипника определяется путем непосредственного измерения размеров сопрягаемых деталей.

Определение необходимых размеров регулировочных колец H_2 и Γ_2 для обеспечения геометрических параметров H_{Δ} и Γ_{Δ} производится путем решения размерных цепей, в которых составляющими звеньями являются действительные размеры деталей, подученные после их непосредственного измерения (рисунок 9)

$$H_2 = H_3 - (H_4 + H_1 + H_{\Delta CP});$$

$$\Gamma_2 = \Gamma_1 + \Gamma_{\Delta CP} - (\Gamma_3 + \Gamma_4 + \Gamma_5).$$



1 - кольцедержатель; 2 - кольцо регулировочное; 3 - кольцо регулировочное; 4 - шайба контрольная; 5-шайба опорная; 6-гайка.

Рисунок 9 - Схема измерения размеров в опоре турбины

Разборка и сборка турбины

Разборка и сборка турбины производится с разрешения преподавателя после проверки знаний студентов по содержанию лабораторной работы. Разборка и сборка турбины производится

по операционным картам, имеющимся на рабочем месте лаборатории сборки.

Примечание. В заводских условиях турбина собирается на базе ранее собранного компрессора. Такая компоновка узлов затрудняет условия проведения лабораторной работы, вследствие увеличения высоты собираемого изделия. Поэтому в лабораторной работе компрессор заменен специальной технологической подставкой, в которой смонтирован подшипник и задняя цапфа ротора компрессора.

Содержание отчета

Указать действительные величины радиальных зазоров $W_1, W_2, Ю_1, Ю_2$, осевых зазоров $Б_1, Б_2, Б_3$, посадки внутреннего кольца роликоподшипника, толщины регулировочных колец, обеспечивающих получение сборочных параметров в заданных пределах.

Контрольные вопросы

1. Какие технические требования предъявляются к сборке турбины?
2. Каким способом контролируются соосность опор?
3. Для какой цели используется технологический ротор?
4. Какие способы контроля применяются для радиальных зазоров $W_1, W_2, Ю_1, Ю_2$ (рисунок 4)?
5. Какие способы контроля применяются для осевых зазоров $Б_1, Б_2, Б_3$, (рисунок 4)? За счет каких элементов обеспечиваются эти зазоры?
6. Почему при контроле осевого зазора $Б_1$ необходимо знать действительное значение размера L (рисунок 7)?

7. Какая применяется методика подбора толщины регулировочных колец поз. 17 и 19 (рисунок 5)?

8. За счет каких элементов обеспечиваются размеры H_{Δ} и Γ_{Δ} (рисунок 5).

9. Какой способ применяется для демонтажа внутреннего кольца роликоподшипника?

Приложение I.

СГАУ		ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА	
№ операции		Наименование операции	
I		Разборка турбины	
№ пер.	Содержание перехода	Наименование технол. оснастки	К-во
1	Отвернуть винты крепления конуса 6 шт. и снять конус с корпуса опоры.	Ключ торцовый S=10	1
2	Отвернуть винты крепления крышки 4 шт. и снять крышку со стакана подшипника. Снять сегменты запорного кольца 4 шт.	Ключ торцовый S=12	1
3	Зафиксировать вал подставки от вращения путем поворота рукоятки эксцентрика.	Л8-01 Подставка.	1
4	Отвернуть гайку крепления внутреннего кольца роликоподшипника. Снять опорную шайбу, контрольную шайбу и регулировочное кольцо.	Л8-02 Ключ специальный	1
5	Снять регулировочное кольцо с торца наружного кольца роликоподшипника.	Ключ торцовый S=10	1
6	Отвернуть винты 2 шт. крепления трубопровода к стакану подшипника. Отвести трубопровод от стакана.	Л8-03 Съёмник	1
7	Снять стакан подшипника вместе с наружным кольцом роликоподшипника с корпуса опоры.	Л8-03 Съёмник	1
8	Установить на цапфу ротора приспособление-съёмник. Завести лапки съёмника под торец внутреннего кольца роликоподшипника и зафиксировать лапки кольцом.	Л8-03 Съёмник	1
9	Осторожно снять внутреннее кольцо роликоподшипника вместе с сепаратором с цапфы ротора.		1
10	Снять с цапфы ротора регулировочное кольцо, втулку и кольцедержатель.		

СГАУ		ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА	
№ операции		Наименование операции	
I		Разборка турбины	
№ пер.	Содержание перехода	Наименование технол. оснастки	К-во
11	Отвернуть 4 гайки с болтов крепления корпуса опоры к сопловому аппарату II-ой ступени.	Ключ торцовый S=10	1
12	Снять корпус опоры с соплового аппарата.		1
13	Отвернуть 4 гайки и снять болты крепления соплового аппарата II-ой ступени.	Ключ торцовый S=10	1
14	Установить на сопловой аппарат II-ой ступени и цапфу ротора приспособление для центрирования и подъема ротора и закрепить болтами с гайками. Стопорные винты должны входить в шлицы вала.	Л8-04 приспособление	1
15	Вывести шлицевую втулку из зацепления со шлицами вала ротора турбины, после чего повернуть ротор турбины на 60 градусов.	Ключ торцовый S=10	1
16	Снять приспособление штангу с валаротора	Л8-05 Специальное приспособление (штанга)	1
17	С помощью двух исполнителей поднять ротор над сопловым аппаратом и установить его на подставку в вертикальном положении.	Л8-08 Подставка	1
18	Отвернуть 3 болта крепления лабиринтного кольца и снять его с внутреннего корпуса диффузора.	Ключ торцовый S=10	1
19	Отвернуть 4 гайки с болтов крепления соплового аппарата 1-ой степени и снять сопловой аппарат.	Ключ S=10	1
20	Снять регулировочные кольца с фланца корпуса камеры сгорания и внутреннего корпуса диффузора.		1
			1

СГАУ		ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА		
№ операции		Наименование операции		
5		Сборка турбины		
№ пер.	Содержание перехода		Наименование технол. оснастки	К-во
1	Ввернуть в диаметрально-противоположные отверстия внутреннего корпуса диффузора направляющие технологические шпильки.		Шпильки направляющие	2
2	Установить на фланец корпуса камеры сгорания и фланец внутреннего корпуса диффузора ранее стоявшие регулировочные кольца, совмещая отверстия для крепления.			
3	Установить на корпус камеры сгорания и внутренний корпус диффузора сопловой аппарат 1-ой ступени, совмещая отверстия под болты.			
4	Закрепить сопловой аппарат 1-ой ступени четырьмя равно расположенными болтами с гайками.		Ключ плоский S=10	1
5	Поставить на внутреннюю обойму соплового аппарата 1-ой ступени кольцо лабиринтное и закрепить кольцо к внутреннему корпусу диффузора 3-мя винтами, после чего снять направляющие шпильки.		Ключ торцовый S=10	1
6	Поставить в сферу задней цапфы ротора компрессора (смонтированной в подставке) технологический ротор с установленной внутри его штангой (рис.7)		Л8-06 Ротор технологический Л8-06 Ротор технологический Л8-06 Ротор технологический	1 1 1
7	Повернуть ротор на угол 60 градусов относительно цапфы компрессора так, чтобы фрезерованный паз вала был против широкого зуба шлицевой втулки.		Л8-07 Приспособление Ключ S=10	1 1

8	Завести в зацепление шлицевую втулку со шлицами технологического ротора, вывернув центральную штангу из вала ротора/		1
9	Поставить на фланец соплового аппарата 1-ой ступени и хвостовик технологического ротора центрирующее приспособление и закрепить его двумя болтами с гайками.		

СГАУ		ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА		
№ операции		Наименование операции		
5		Сборка турбины		
№ пер.	Содержание перехода		Наименование тех-нол. оснастки	К-во

10	<p>Замерить радиальный зазоры W1 и W2 (рис.7) в лабиринтном уплотнении с помощью технологического ротора. Зазоры проверять в четырех диаметрально-противоположных точках при постановке двух щупов. Величина зазоров должна соответствовать нормам ТТ. Записать величину полученных зазоров W1 и W2 в отчет.</p>	Щуп наборный	1
11	<p>Замерить радиальный зазор Ю1 (рис.7) между металлокерамическими вставками соплового аппарата 1-ой ступени и диском технологического ротора в четырех равнорасположенных точках по окружности и записать в отчет.</p>	Щуп наборный	1
12	<p>Определить величину поправки на радиальный зазор Ю1 по формуле $\delta Ю1 = (D_{техн.рот.} - D_{действ.рот.})/2$, где D_{техн.рот.}-диаметр диска технологического ротора (замаркирован на диске) D_{действ.рот.}-фактический диаметральный размер рабочего колеса 1-ой ступени, (для рассматриваемого ротора размер D_{действ.рот.}=317,3).</p>	Щуп специальный Л8-08 Приспособление Штангенрейсмус	
13	<p>Определить действительное значение зазора Ю1 пользуясь формулой $Ю1_{действ.} = Ю1_{изм.} + \delta Ю$ ($\delta Ю$ брать со своим знаком). Записать действительное значение зазора в отчет. Величина зазора должна соответствовать нормам Т.Т.</p>		1
14	<p>Замерить осевой зазор Б1 (рис.7) между торцом внутренней обоймы соплового аппарата 1-ой ступени в четырех равнорасположенных точках. Записать в отчет.</p>		1
15	<p>Замерить размер L1 (рис. 8) от торца диска рабочего колеса 1-ой ступени до торцевой поверхности приспособления в четырех равнорасположенных точках.</p>		1
16	<p>Определить размер L (рис. 8) от торца диска рабочего колеса 1-ой ступени до центра сферы вала ротора турбины по формуле $L = L1 + L2$, где L1-размер, полученный в переходе №15. L2-размер от центра сферы до торцевой по-</p>		1

17	<p>верхности приспособления (замаркирован на поверхности приспособления). Размер L записать в отчет.</p> <p>Определить величину поправки на осевой зазор по формуле $\text{Сигма}B1 = L_{\text{действ.рот.}} - L_{\text{технол.рот.}}$. Размер L техн.рот. замаркирован на поверхности технологического ротора. Записать величину сигма B1 в отчет.</p>		
----	--	--	--

СГАУ	ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА		
№ операции	Наименование операции		
5	Сборка турбины.		
№ пер.	Содержание перехода	Наименование тех- нол. оснастки	К- во

18	<p>Определить действительное значение зазора B_1, пользуясь формулой: $B_1 \text{ дейст.} = B_1 \text{ изм.} + \text{сигма } B_1$ (сигма B_1 брать со своим знаком). Записать действительное значение зазора B_1 в отчет. Величина зазора должна соответствовать нормам ТТ.</p>	Ключ S=10	
19	<p>Снять центрирующее приспособление с цапфы технологического ротора.</p>	Штанга технологического ротора.	
20	<p>Ввернуть в технологический ротор штангу и вывести таким образом шлицевую втулку из зацепления с технологическим ротором.</p>		
21	<p>Повернуть технологический ротор на 60 градусов относительно задней цапфы ротора компрессора и вынуть технологический ротор из внутреннего корпуса диффузора.</p>	Глубиномер	
22	<p>Замерить суммарное осевое перемещение соплового аппарата 2-ой ступени между рабочими колесами 1-ой и 2-ой ступени ротора турбины, величина этого перемещения равна сумме двух осевых зазоров B_2, B_3 ($B_z = B_2 + B_3$).</p>	Л8-05 Приспособление - штанга	
23	<p>Записать величину суммарного перемещения в отчет.</p>		
24	<p>Установить в ротор турбины приспособление - штангу и закрепить. С помощью двух исполнителей снять ротор турбины с подставки установить его во внутренний корпус диффузора, так, чтобы выступы наружной сферы ротора турбины вошли через прорези во внутреннюю сферу цапфы ротора компрессора.</p>		
25	<p>Повернуть ротор турбины на 60 градусов относительно цапфы ротора компрессора, чтобы фрезерованный паз на шлицах вала оказался против широкого зуба шлицевой втулки.</p>		
26	<p>Завести шлицевую втулку в соединение со шлицами вала ротора турбины, вынув из вала штангу приспособления.</p>		
27	<p>Развернуть сопловой аппарат второй ступени до совмещения рисок с сопловым аппаратом первой ступени. Проверить совпадение отвер-</p>		

	стей во фланцах.		
--	------------------	--	--

ОГАУ		ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА	
№ операции		Наименование операции	
5		Сборка турбины	
№ пер.	Содержание перехода	Наименование технол. оснастки	К-во
28	Закрепить сопловой аппарат 2-ой ступени к фланцу соплового аппарата 1-ой ступени с помощью 4-х болтов и гаек.	Ключ S=10	
29	Снять приспособления для центрирования задней цапфы ротора турбины.	Ключ S=10	
30	Измерить диаметральные размеры цапфы ротора турбины и внутреннего кольца роликоподшипника и определить посадку внутреннего кольца. Посадка должна соответствовать нормам ТТ. Величину натяга записать в отчет. I	Микрометр Нутрометр индикаторный	
31	Установить в корпус опоры втулку уплотнения и стакан подшипника, совмещая отверстия для крепления.	Ключ S=10	
32	Подсоединить к стакану подшипника трубопровод и закрепить его 2-мя винтами.	Л8-09 Втулка	
33	Поставить в стакан подшипника технологическую направляющую втулку и закрепить ее винтами.	Ключ S=12	
34	Установить на цапфу ротора турбины кольцедержатель до упора в бурт.	Л8-10 Конус-оправа	
35	Поставить на цапфу ротора турбины технологический направляющий конус.		
36	Осторожно установить корпус опоры на сопловой аппарат второй Ступени.	Ключ S=12	
37	Отвернуть винты и снять со стакана подшипника технологическую направляющую втулку.		

СГАУ		ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА		
№ операции		Наименование операции		
5		Сборка турбины		
№ пер.	Содержание перехода		Наименование технол. оснастки	К-во

38	Закрепить корпус опоры к сопловому аппарату 2-ой ступени с помощью 4-х болтов и гаек.	Ключ S=10	
39	Произвести измерение размеров НЗ, Н4, Н1 (рис.9) и определить толщину регулировочного кольца Н2, обеспечивающего заданное по ТТ. смещение торца внутреннего кольца роликоподшипника относительно торца наружного кольца (размер дельта Н) по формуле: $H2=H3-(H4+H1+\text{дельта } H \text{ ср.})$. Методику расчета размера Н2 отразить в отчете.	Глубиномер	
40	Подобрать регулировочное кольцо необходимой толщины Н2 и установить кольцо на цапфу ротора.	Штанген-циркуль Л8-11 Втулка	
41	Поставить на стакан технологическую направляющую втулку для роликов подшипника.	Л8-10 Оправка-конус	
42	Установить на цапфу ротора внутреннее кольцо роликоподшипника с сепаратором и роликами.	Молоток	
43	Снять технологическую направляющую втулку.	Глубиномер	
44	Поставить регулировочное кольцо на торец наружного кольца роликоподшипника.	Штанген-циркуль	
45	Измерить размеры деталей Г1, Г3, Г4, Г5 (рис.9) и определить толщину регулировочного кольца Г2, обеспечивающего требуемое по ТТ. свисание торца гайки крепления внутреннего кольца роликоподшипника относительно торца цапфы ротора по формуле: $G2=П+\text{дельта}Г \text{ ср.} - (Г3+Г4+Г5)$. Методику расчета размера Г2 отразить в отчете.	Штанген-циркуль	
46	Подобрать регулировочное кольцо необходимой толщины Г2 и установить кольцо на цапфу ротора.		

СГАУ		ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА	
№ операции		Наименование операции	
5		Сборка турбины	
№ пер.	Содержание перехода		Наименование технол. оснастки
			К-во

47	Установить на цапфу ротора контровочную шайбу, опорную шайбу навернуть и затянуть гайку крепления внутреннего кольца роликоподшипника.	Л8-02 ключ специальный	
48	Поставить на корпус опоры запорное кольцо, состоящее из четырех отдельных сегментов.	Ключ торцовый S=12	
49	Установить на корпус опоры крышку заднюю и закрепить крышку к стакану подшипника четырьмя винтами.	Ключ торцовый S=10	
50	Установить на корпус опоры с патрубком и закрепить конус шестью винтами.	Щуп наборный	
51	Проверить радиальный зазор Ю2 между металло-керамическими вставками соплового аппарата 2-ой ступени и лопатками рабочего колеса в 8-ми равномерно расположенных точках. Зазор Ю2 должен соответствовать нормам ТТ. Величину зазора Ю2 записать в отчет.	Щуп сборный	
52	Проверить величину осевого зазора Б3 (рис.4) между торцом уплотнительного кольца соплового аппарата 2-ой ступени и торцом рабочего колеса ротора. Зазор Б3 должен соответствовать нормам ТТ. Величину зазора Б3 записать в отчет.	Щуп специальный	
53	Определить величину осевого зазора Б2 (рис.4) между торцом уплотнительного кольца соплового аппарата 2-ой ступени и торцом рабочего колеса 1-ой ступени ротора по формуле: $B_2 = B_z - B_3$, где B_z - суммарное осевое перемещение соплового аппарата, измеренное при выполнении перехода 22.	Л8-01 Подставка	
54	Величину зазора Б2 записать в отчет. Расфиксировать вал подставки поворотом эксцентрика.		

СГАУ		ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА	
№ операции		Наименование операции	
5		Сборка турбины	
№ пер.	Содержание перехода	Наименование технол. оснастки	К-во
55	Проверить возможность свободного вращения ротора турбины.		
56	<p>Технические требования к операции: радиальные зазоры W1 и W2 должны быть 0,3-0,5 мм; радиальный зазор Ю1 должен быть 0,4-0,8 мм; осевой зазор Б1 должен быть 3,5-3,7 мм. При необходимости обеспечить заменой регулировочных колец поз.2 и П (рис.4), сохраняя требуемый размер "Э". Посадка внутреннего кольца роликоподшипника на цапфе ротора должна быть с натягом 0,00-0,001 мм. При установке роликоподшипника торец внутреннего кольца должен быть смещен относительно торца наружного кольца в сторону компрессора на величину 0,3-0,5 мм (размер НΔ). Свисание торца гайки крепления внутреннего кольца роликоподшипника относительно торца цапфы ротора (размер ГΔ) должен быть 3,2-3,7 мм. Радиальный зазор Б3 должен быть в пределах 3-5 мм. Осевой зазор б3 должен быть в пределах 3-5мм. Осевой зазор Б2 должен быть в пределах 2,7-5.3 мм.</p>		

