

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

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

СБОРКА НАСОСА ГОРЮЧЕГО И ПУСКОВОЙ ТУРБИНЫ

Электронное методическое пособие

САМАРА
2010

Составители: КУРБАТОВ Валерий Павлович
ШУЛЕПОВ Александр Павлович

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 магистерской программы «Энергетика, экология и двигательные установки ракетных и космических систем» по направлению 160700.68 «Двигатели летательных аппаратов».

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

<i>ЦЕЛИ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ</i>	4
<i>ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА</i>	4
<i>КОНСТРУКЦИЯ НАСОСА ГОРЮЧЕГО И ПУСКОВОЙ ТУРБИНЫ</i>	5
<i>ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА СБОРКУ НАСОСА ГОРЮЧЕГО И ТУРБИНЫ</i>	6
<i>СТРУКТУРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ НАСОСА С ТУРБИНОЙ И ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ОПЕРА- ЦИЙ</i>	8
<i>РАЗБОРКА И СБОРКА НАСОСА И ТУРБИНЫ</i>	11
<i>СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА</i>	11
<i>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ</i>	11
<i>ПРИЛОЖЕНИЕ</i>	12

Цель работы: ознакомление с конструкцией и техническими требованиями, предъявляемыми к сборке насоса горючего и пусковой турбины; изучение структуры технологического процесса сборки, особенностей выполнения отдельных операций и конструкции применяемой оснастки.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Ознакомление с конструкцией насоса горючего и турбины, анализ технических требований, предъявляемых к сборке.
2. Изучение структуры технологического процесса сборки насоса и турбины, а так же особенностей выполнения отдельных операций.
3. Практическое выполнение разборки и сборки насоса и турбины.
4. Составление отчета по работе.

ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА

- Л19–03 – Приспособление – призмы для измерения радиального биения уплотнительных буртов крыльчатки;
- Л19–04 – Подставка поворотная для сборки насоса; !
- Л19–07 – Приспособление для контроля соосности опор;
- Л19–08 – Приспособление для измерения начального радиального зазора в шарикоподшипнике;
- Л19–09 – Подставка для установки ротора насоса в вертикальном положении;
- Л19–10 – Устройство для нагрева шарикоподшипника при монтаже;
- Л19–14 – Съёмник для колеса турбины;
- Л19–15 – Съёмник для улитки насоса;
- Л19–16 – Съёмник для шарикоподшипника;
- Л19–18 – Приспособление для удерживания ротора от вращения;

- Л9–21 – Щуп специальный для контроля осевого зазора;
- Л9–22 – Ключ динамометрический;
- Л9–23 – Кронштейн с индикаторными часами для измерения торцевого биения колеса турбины;
- Л9–24 – Кронштейн с индикаторными часами для измерения радиального биения уплотнительной поверхности корпуса турбины;
- Л9–25 – Оправа для запрессовки шарикоподшипника и улитки на вал ротора;
- Л9–27 – Спец-ключ (штырьковый) для гайки крепления деталей уплотнения в улитке;
- Л9–28 – Спец-ключ (штырьковый) для гайки уплотнения в корпусе насоса;
- Л9–29 – Спец-ключ для поворота втулки манжетного уплотнения;
- Л9–30 – Головка спец-ключа для гайки крепления колеса турбины;

Набор плоских ключей: S = 10, S = 14, S = 17;

Набор торцовых ключей: S = 14, S = 17;

Молоток, отвертка, оправка свинцовая.

Комплект микрометров: 0–25, 25–50, 50–75, 75–100.

Нутромер индикаторный.

Комплект колец для настройки нутромера.

Глубиномер.

Щуп наборный.

КОНСТРУКЦИЯ НАСОСА ГОРЮЧЕГО И ПУСКОВОЙ ТУРБИНЫ

Насос горючего с пусковой турбиной (ПТ) входит в состав однороторного ТНА, включающего также насос окислителя и основную турбину (рис. 1). Насосы горючего и окислителя имеют самостоятельные валы, установленные каждый на два шарикоподшипника. Один из этих шарикоподшипников радиально-упорный, фиксирующий ротор в осевом направлении, другой радиальный. Соединение валов насосов

горючего и окислителя осуществляется с помощью шлицевого валика (рессоры) для передачи крутящего момента от основной турбины. Пусковая турбина, работающая на пороховых газах, применяется для раскрутки ТНА до определенной скорости, необходимой для начала процесса горения в газогенераторе. Время работы этой турбины составляет обычно не более 2с. Далее она вращается как тормоз.

Насосы горючего и окислителя расположены в отдельных корпусах. Это позволяет разделить полости насосов и осуществить надежную теплоизоляцию.

Насос горючего имеет основную ступень для подачи компонента в камеру сгорания и дополнительную ступень насоса высокого давления для подачи небольшого количества компонента в газогенератор (ГГ).

Конструктивно насос горючего состоит из корпуса и ротора (см. плакат). Корпус насоса состоит из двух частей. В первой части располагается крыльчатка основного насоса. Во второй части, называемой улиткой, размещается крыльчатка дополнительной ступени насоса высокого давления. Полости основного и дополнительного насоса разделены диском. Ротор насоса состоит из шнека, выполненного за одно целое с валом, крыльчатки основного насоса, установленной на шлицах вала и крыльчатки дополнительного насоса.

Большое внимание в конструкции насоса уделено обеспечению надежного уплотнения опор ротора. Каждое уплотнение выполнено в виде пакета, включающего как торцовые контактные уплотнения, так и манжетные уплотнения (см. рис.2). Опора, расположенная в улитке имеет дополнительное гидродинамическое уплотнение, выполненное в виде крыльчатки импеллера.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА СБОРКУ НАСОСА ГОРЮЧЕГО И ТУРБИНЫ

1. Несоосность опор подшипников не более 0,05 мм. Проверять контрольной оправой при ложной сборке.
2. Радиальное биение пов. d_2 корпуса турбины относительно

общей оси пов. $\varnothing d$ и $\varnothing d_1$ не более 0,15 мм. Проверять при ложной сборке.

3. Посадка внутренних колец шарикоподшипников на вал должна быть с натягом 0,00...0,030 мм. Посадка наружных колец в корпус и улитку должна быть с зазором 0,00...0,04 мм.

4. Посадочный радиальный зазор в шарикоподшипнике должен быть не менее 0,01 мм.

5. Суммарный радиальный зазор Z_1 между плавающими уплотнительными кольцами и буртами крыльчатки должен быть 0,20...0,30 мм.

6. Радиальное биение уплотнительных буртов крыльчатки не более 0,1 мм.

7. Суммарный рад. зазор Z_2 в соединении уплотнительных колец и посадочных поверхностей крыльчатки должен быть 0,08...0,13 мм.

8. Осевой зазор B_1 между торцом уплотнительного кольца и торцом гайки должен быть 0,4...0,5 мм.

9. Осевой зазор B_2 между лопастью крыльчатки и конической поверхностью улитки (на радиусе 50 мм) должен быть 0,3...0,8 мм.

10. Осевые зазоры B_3 и B_4 должны быть 1,5...2,5 мм.

Моменты затяжки резьбовых соединений должны быть:

гаек крепления улитки $M_{кр}=60\pm 5$ Нм

гаек крепления колеса турбины $M_{кр}=150+20$ Нм

Посадка колеса турбины на вал должна быть с натягом 0,00...0,04 мм.

Торцовое биение колеса турбины по поверхности T_1 не более 0,1 мм.

Радиальный зазор Z_3 между колесом и корпусом турбины должен быть 1,4...3,7 мм.

Осевой размер Н должен быть 20,4...21,3 мм.

СТРУКТУРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ НАСОСА С ТУРБИНОЙ И ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Технологический процесс сборки насоса горючего и турбины содержит следующие операции:

- 5 Контроль соосности опор насоса и радиального биения уплотнительной поверхности корпуса турбины
- 10 Контроль посадки колец шарикоподшипников
- 15 Контроль посадочного радиального зазора в шарикоподшипниках
- 20 Контроль радиальных зазоров по уплотнительным буртам крыльчатки
- 25 Контроль радиального биения по уплотнительным буртам крыльчатки
- 30 Контроль радиальных и осевых зазоров по уплотнительным кольцам
- 35 Постановка шарикоподшипника на вал ротора
- 40 Сборка насоса горючего
- 45 Сборка турбины

Операция 5 по проверке соосности опор подшипников проводится путем предварительной ложной сборки всех корпусных деталей (корпус, улитка и др.) по схеме, показанной на рис.3. Соосность контролируется с помощью специальной оправы, устанавливаемой в отверстия технологических колец. Эти кольца устанавливаются в корпус и улитку взамен шарикоподшипников. Посадка колец в корпусе и вставке с зазором $0,01...0,02$ мм. Такой же зазор между кольцом и оправой.

Контроль соосности опор производится в вертикальном положении оси насоса. Если контрольная оправка под действием силы веса без задержки проходит через отверстие колец, то соосность опор считается удовлетворительной.

Далее на корпус насоса устанавливается корпус турбины, после чего измеряется радиальное биение уплотнительной поверхности корпуса турбины при вращении контрольной оправы. Предварительно на хвостовике оправы закрепляется кронштейн с индикаторными часами.

В операции 10 посадка внутреннего и наружного кольца шарикоподшипника определяется путем непосредственного измерения диаметральных размеров деталей, образующих соединение. Заданная по ТТ посадка обеспечивается по методу неполной взаимозаменяемости.

В операции 15 посадочный радиальный зазор в шарикоподшипнике определяется следующим образом. Вначале с помощью контрольного приспособления измеряется начальный радиальный зазор в шарикоподшипнике. Затем при известной величине начального радиального зазора и величине натяга посадки внутреннего и наружного кольца шарикоподшипника рассчитывается величина посадочного радиального зазора по формуле:

$$L_{\text{пос}} = L_{\text{нач}} - 0,6N_{\text{вн}} - 0,7N_{\text{нар}}$$

где $L_{\text{пос}}$, $L_{\text{нач}}$ – посадочный и начальный радиальные зазоры в шарикоподшипнике, соответственно;

$N_{\text{вн}}$, $N_{\text{нар}}$ – величина фактического натяга посадки внутреннего и наружного кольца, соответственно. Если кольцо устанавливается с зазором, то $N = 0$.

В операции 20 контроль радиальных зазоров по уплотнительным буртам крыльчатки производится с помощью наборного шупа.

В операции 25 контроль радиального биения уплотнительных поверхностей буртов крыльчатки производится индикаторными часами при вращении ротора, предварительно установленного в призмах приспособления. Требуемая по ТТ точность радиального расположения уплотнительных поверхностей крыльчатки достигается либо за счет изменения относительного углового расположения крыльчатки и вала по шлицам, либо заменой одной из сопрягаемых деталей. После достижения необходимой точности радиального расположения буртов крыльчатки взаимное угловое положение крыльчатки и вала отмечает-

ся совместной рисккой. При последующих сборках ротора крыльчатка устанавливается на вал, ориентируясь по нанесенной рискке.

В операции 30 контроль радиальных зазоров по уплотнительным кольцам производится либо с помощью наборного щупа, либо путем непосредственного измерения диаметральных размеров деталей, образующих соединение. Осевой зазор B_1 между торцом уплотнительного кольца и торцом гайки измеряется наборным щупом. Заданная по ТТ точность радиальных и осевых зазоров обеспечивается по методу неполной взаимозаменяемости.

В операции 35 постановка шарикоподшипника на вал ротора осуществляется способом тепловой посадки с нагревом внутреннего кольца подшипника до соответствующей температуры.

В операции 40 при сборке насоса горючего осевой зазор B_2 между лопастью крыльчатки и конической поверхностью улитки измеряется наборным щупом. Контроль осевых зазоров B_1 и B_2 производится путем измерения вспомогательных размеров L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 , согласно схеме, показанной на рис.4, с последующим расчетом по формулам:

$$B_1 = L_2 - L_1$$
$$B_2 = L_5 - (L_4 + B_1 + L_3)$$

Необходимые по ТТ зазоры обеспечиваются по методу неполной взаимозаменяемости.

В операции 45 при сборке турбины посадка колеса турбины на вал контролируется путем измерения диаметральных размеров деталей, образующих соединение. Контроль радиального зазора между колесом и корпусом турбины производится наборным щупом. Торцовое биение колеса турбины по пов. "Т" контролируется индикаторными часами. Заданная по ТТ точность вышеуказанных сборочных параметров достигается по методу неполной взаимозаменяемости.

Осевой размер Н контролируется глубиномером и обеспечивается за счет изменения длины втулки "К" (рис.5).

РАЗБОРКА И СБОРКА НАСОСА И ТУРБИНЫ

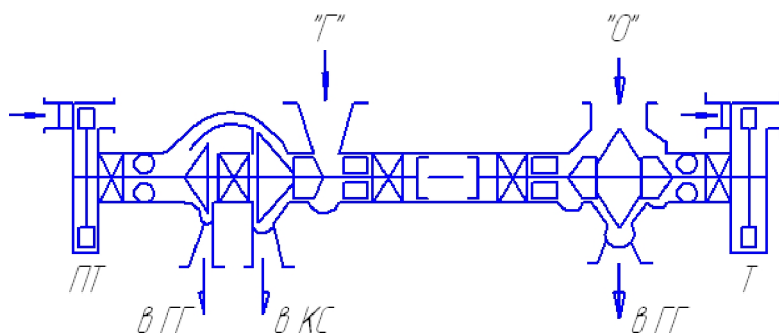
Выполнение работ по разборке и сборке насоса и турбины производится с разрешения преподавателя после проверки знаний студентов по конструкции, техническим требованиям к сборке насоса и турбины, а так же содержанию лабораторной работы. Разборка и последующая сборка насоса и турбины производится в соответствии с операционными картами, имеющимися на рабочем месте.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

При оформлении отчета указываются результаты контроля соосности опор, определения посадки колец шарикоподшипников, начального и посадочного радиального зазора в подшипнике, радиального биения уплотнительных буртов крыльчатки и другие параметры, регламентированные в технических требованиях.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислить технические требования, предъявляемые к сборке насоса и турбины.
2. Какова методика контроля сборочных параметров, указанных в технических требованиях?
3. Какие применяются методы обеспечения точности конкретных сборочных параметров, регламентированных в технических требованиях? (основными методами обеспечения точности сборочного параметра являются полная, неполная и групповая взаимозаменяемость, пригонка и регулирование компенсатором).
4. Какова последовательность выполнения отдельных операций сборки насоса и турбины и особенность применяемой оснастки?



Условные изображения









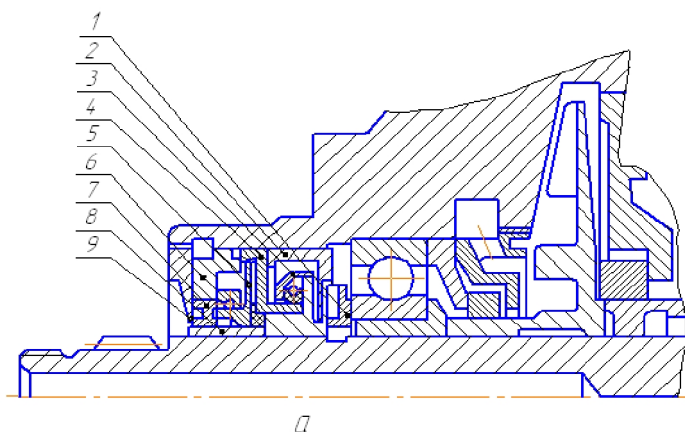
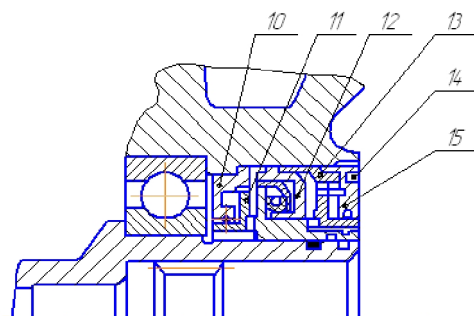
-  *осевой насос (шнек)*
-  *крыльчатка односторонняя, центробежная*
-  *крыльчатка двухсторонняя, центробежная*
-  *ступень турбины*
-  *опора радиальная*
-  *опора фиксирующая*
-  *уплотнение на валу*
-  *соединение валов рессорой*

Рис. 1 Схема однороторного ТНА



а



б

Рис. 2 Конструкция уплотнений опор

а) Уплотнение подшипника втулки: 1 – импеллер; 2 – стакан;
3 – втулка манжетного уплотнения; 4 – втулка; 5 – втулка
торцового уплотнения; 6 – корпус уплотнения; 7 – кольцо;
8 – втулка дистанционная; 9 – гайка

б) Уплотнение подшипника корпуса: 10 – корпус уплотнения;
11 – втулка торцового уплотнения; 12 – втулка манжетного
уплотнения; 13 – втулка; 14 – втулка торцового уплотнения;
15 – корпус уплотнения.

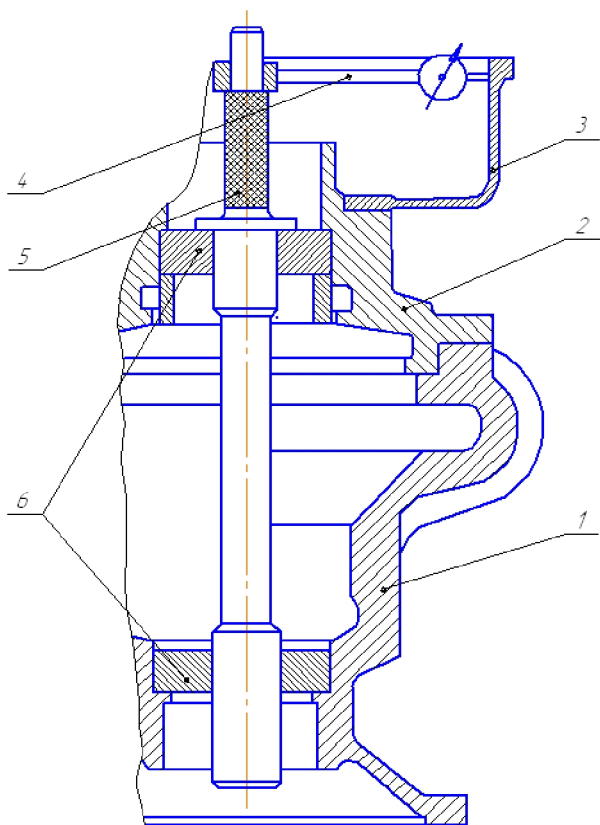


Рис. 3 Схема контроля соосности опор

1 - корпус; 2 - улитка; 3 - корпус турбины; 4 - кронштейн с индикатором; 5 - оправка контрольная; 6 - кольца технологические

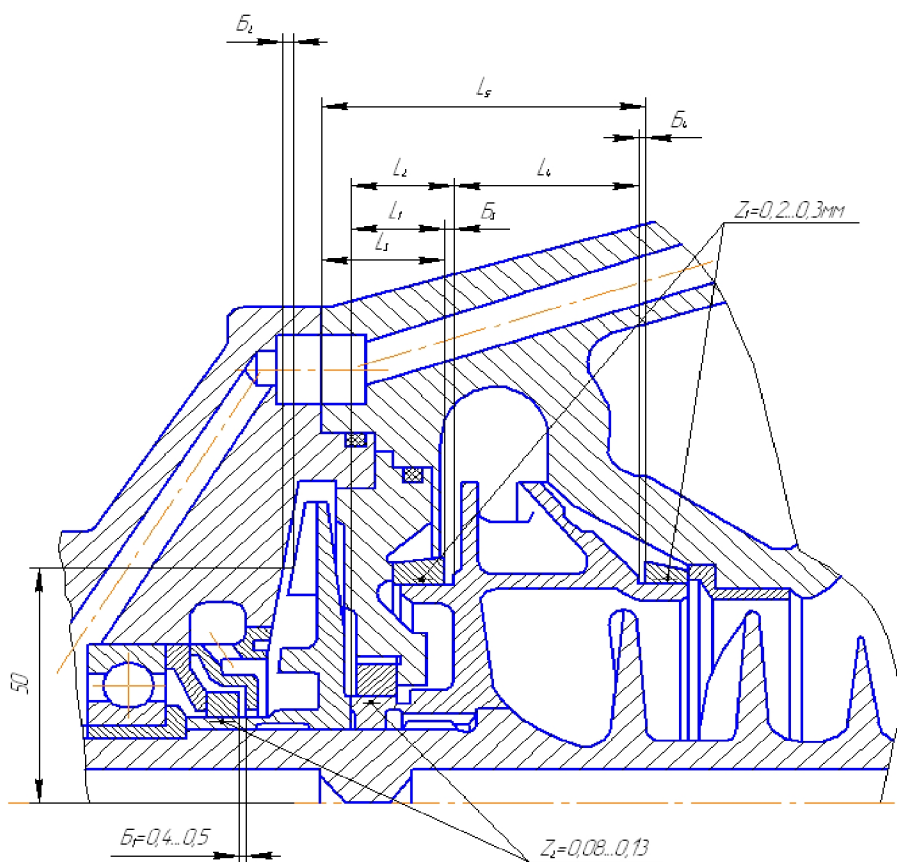


Рис. 4 Схема контроля осевых и радиальных зазоров в насосе горючего

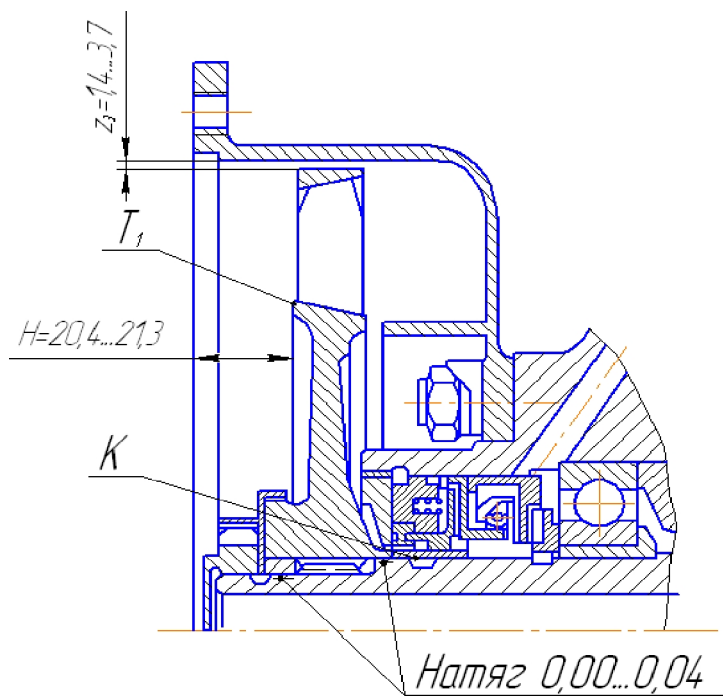


Рис. 5 Схема контроля размеров в турбине