

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
«ЩЕРБИНОВСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»**

Презентация на тему: **«Ремонт жаровой трубы двигателя
ТВЗ-117»**

Выполнил: Трубняков Никита Михайлович
Научный руководитель: Ковтун Г.Ф.

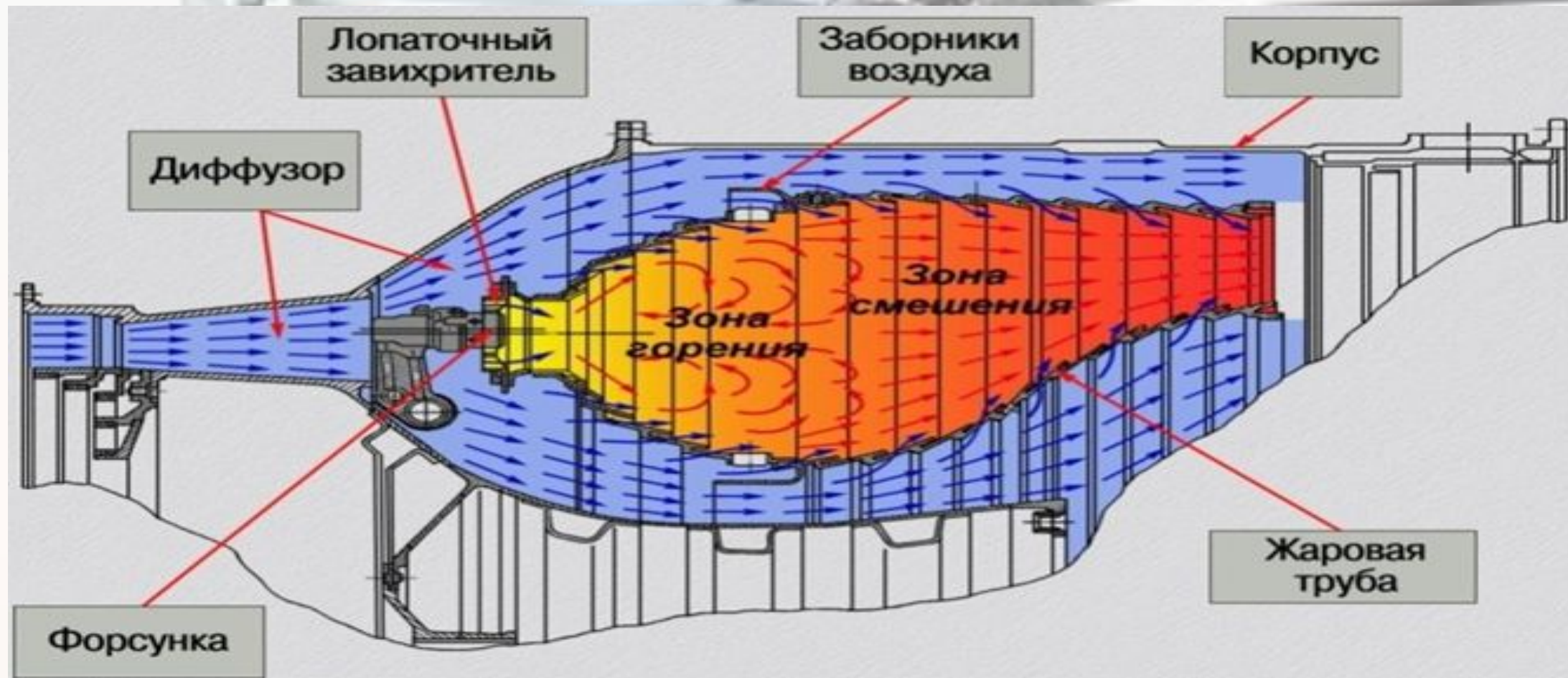
ст. Старощербиновская

2022 г.

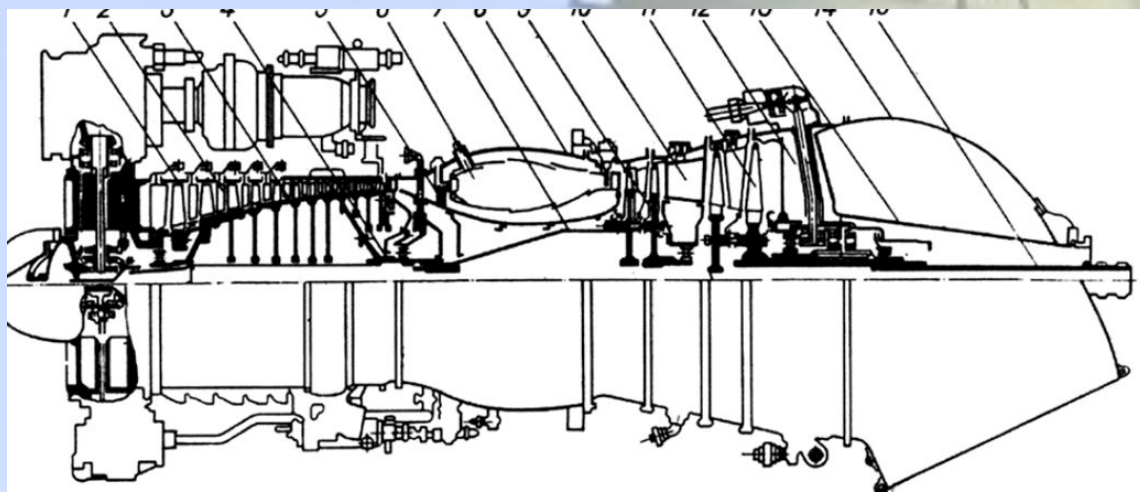
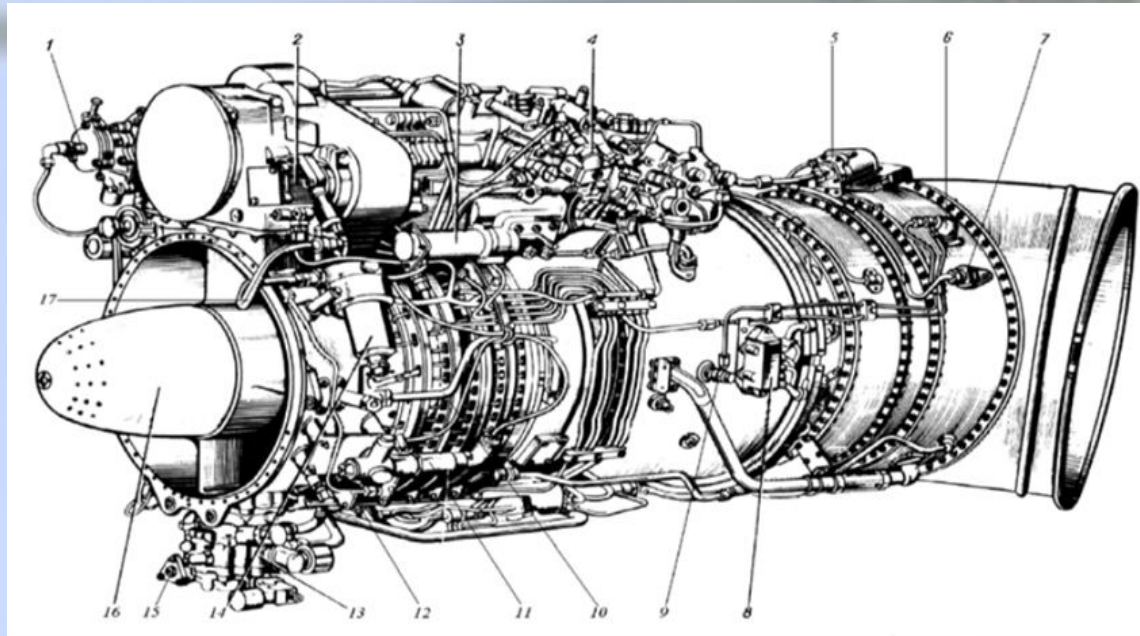
Турбовальный двигатель ТВЗ-117

- Турбовальный двигатель ТВЗ-117 предназначен для установки на вертолёты. Он является одним из лучших двигателей в мире по экономичности в своём классе, что достигнуто благодаря высоким коэффициентам полезного действия основных узлов (компрессора равен 86%, турбины компрессора – 91%, свободной турбины – 96%). Величины удельного расхода топлива и удельной массы соответствуют лучшим мировым стандартам. Двигатель имеет большие запасы газодинамической устойчивости. В конструкции двигателя применены прогрессивные технические решения. Двигатель имеет большой ресурс, обладает высокой надёжностью, простотой обслуживания, хорошей ремонтпригодностью.
- До 1997 г. Изготовлено более чем 8000 двигателей. Они используются на следующих вертолётах: Ми-24, Ми-35, Ка-27, Ка-32, Ми-8МТ, Ми-17, Ми-28, Ка-50, Ка-52. ТВЗ-117 один из самых надёжных двигателей в мире. За последние 7 лет не было ни одного отказа двигателя в полёте!
- Двигатель ТВЗ-117 может использоваться кроме вертолётов на различных судах водного транспорта, в качестве привода электрогенераторов и компрессоров нефтеперекачивающих станций. В реактивном варианте (без модуля свободной турбины) двигатель может применяться для сушки струёй выхлопных газов помещений для скота, строящихся зданий, сдувания снега и льда на шоссейных и железных дорогах, аэродромах.
- ТВЗ-117 (читается «тэ-вэ-три – сто семнадцать») – семейство авиационных турбовальных двигателей. С момента создания было выпущено более 25000 двигателей ТВЗ-117 различных модификаций, общая наработка которых составляет более 16 млн. часов. Один из самых надёжных авиационных двигателей в мире.

Общая схема строения двигателя ТВЗ-117



Конструкция двигателя



- 1-компрессор;
- 2-направляющий аппарат;
- 3-ротор;
- 4-опора
- 5-форсунки;
- 6-свеча зажигания;
- 7-вал;
- 8-камера сгорания;
- 9-турбина компрессора;
- 10,12-силовые стойки;
- 11-свободная турбина;
- 13-силовой конус;
- 14-выходное устройство;
- 15-вал свободной турбины

Камера сгорания

Камера сгорания – один из важнейших элементов газотурбинного двигателя, которая предназначена для организации процесса горения и нагрева рабочего тела до необходимой температуры. Горение представляет собой химическую реакцию окисления углеводородного топлива кислородом воздуха, идущего с выделением тепла.

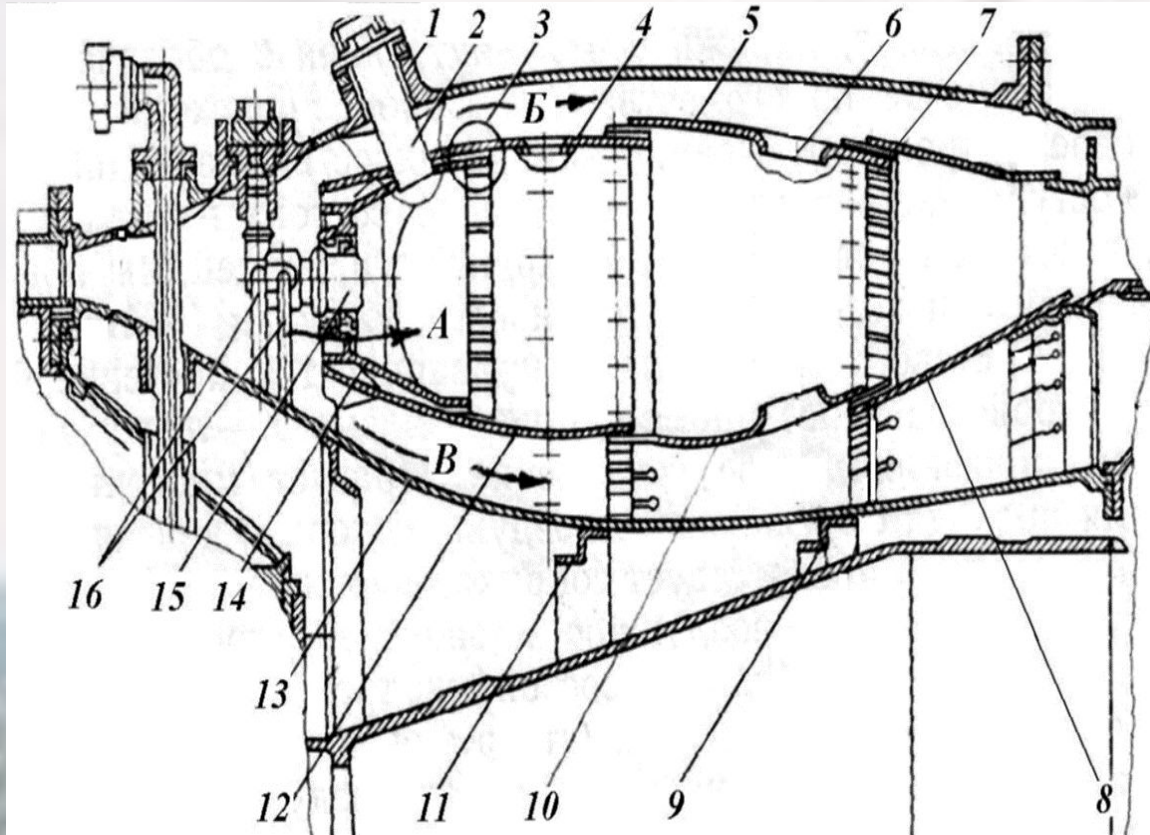
Горение топливновоздушной смеси условно состоит из последовательно протекающих процессов:

- распыление топлива;
- испарения;
- смешивания паров топлива с воздухом;
- воспламенение образовавшейся горючей смеси;
- химической реакции окисления (горения).

Организация горения топлива в камере сгорания основывается на следующих двух принципах,:

1. Разделение потока на две части, меньшая из которых подаётся непосредственно в зону горения, где создаёт необходимый состав смеси для устойчивого горения, а другая большая часть направляется в обход зоны горения и тем самым охлаждает жаровую трубу и снижает температуру двигателя.
2. Стабилизация пламени путём торможения газо-воздушного потока.

Конструкция камеры сгорания

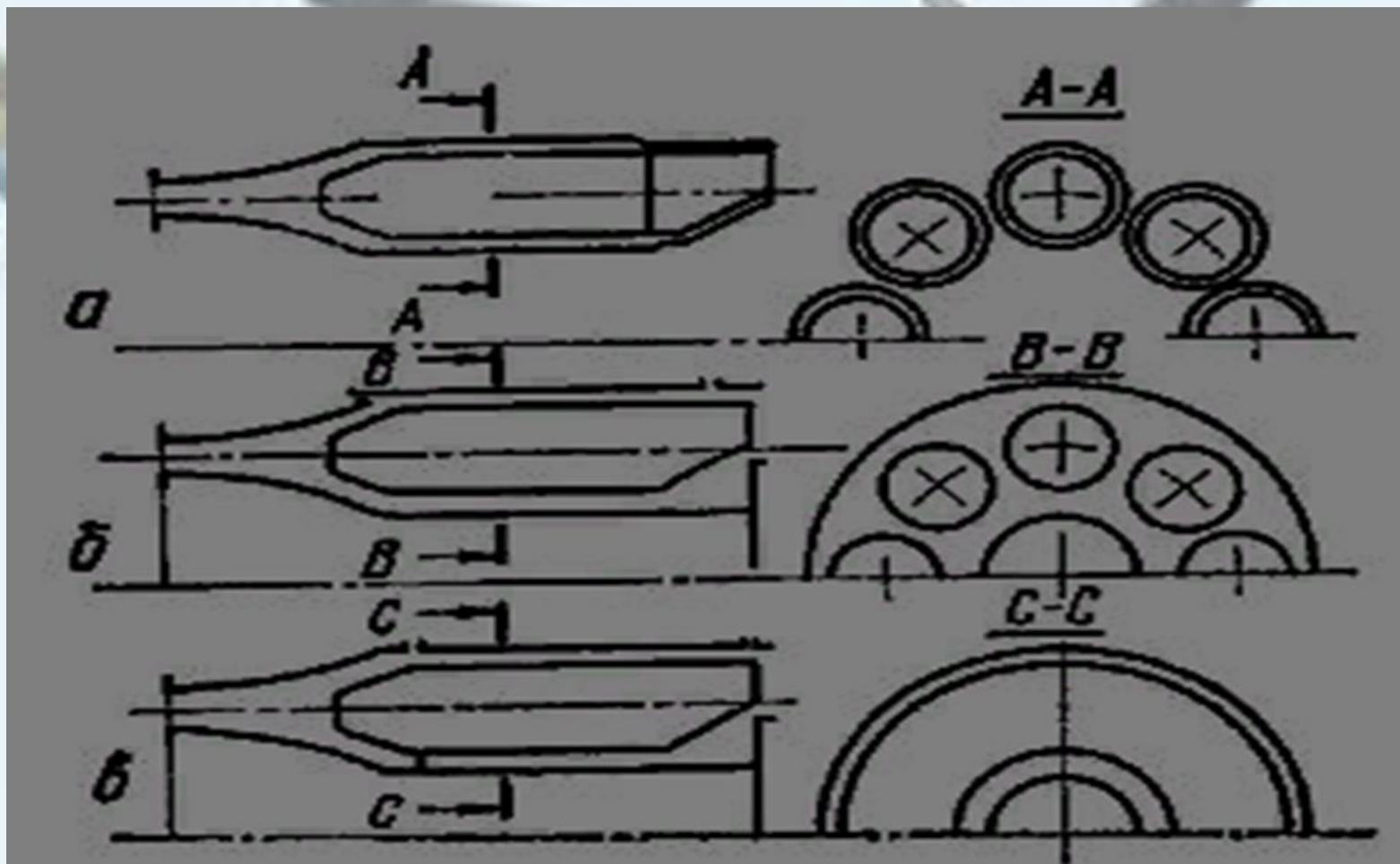


Конструкция камеры сгорания:

- 1-фланец свечи;
- 2-свеча зажигания;
- 3,7-гофры;
- 4-наружная секция обтекателя;
- 5-жаровая труба;
- 6- наружная секция смесителя;
- 8-опорная секция;
- 9,11-бандажные кольца;
- 10-внутренняя секция смесителя;
- 12-внутренняя секция обтекателя;
- 13-секция внутреннего диффузора;
- 14-внутренний обтекатель с завихрителями;
- 15-форсунка;
- 16-топливный коллектор.

Типы камер сгорания

а — индивидуальная (трубчатая); б — трубчато-кольцевая; в — кольцевая

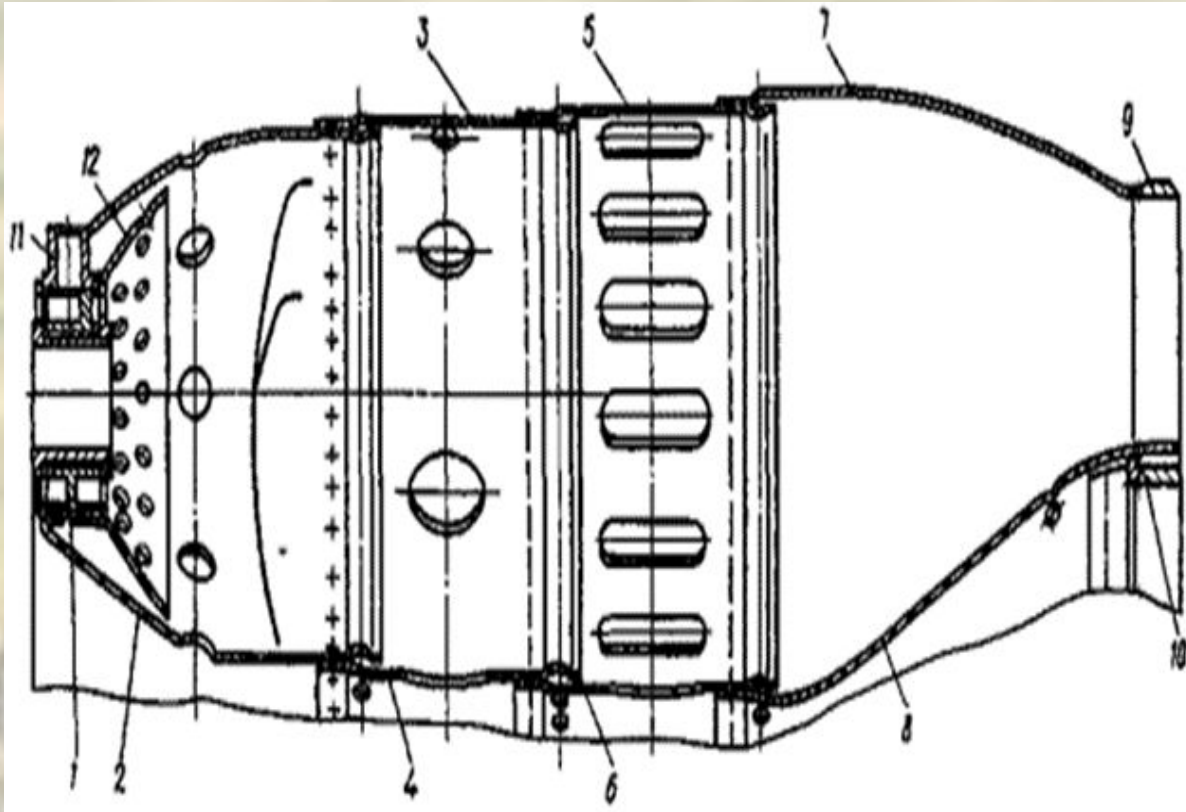


Жаровая труба

- Жаровая труба - это один из основных элементов камеры сгорания газотурбинного авиационного двигателя, в которой происходит горение топлива.
- Хотя жаровая труба не является силовым элементом двигателя, однако работает в чрезвычайно тяжелых условиях. Она находится под воздействием потока газа с высокой температурой, достигающей на отдельных участках до 800 - 1000С.
- Наиболее сильно нагревается средняя часть жаровой трубы, так как в ней заканчивается горение и только начинается смешение газов. Влияние газовых сил на прочность элементов жаровой трубы не учитывается вследствие небольших значений перепада давления воздуха. Основными нагрузками для жаровой трубы являются тепловые нагрузки, вызываемые неравномерностью разогрева стенок. Учет неравномерности распределения температур у стенок и определение термических напряжений представляет собой весьма сложную задачу.
- Поэтому жаровые трубы на прочность, как правило, не рассчитываются.
- В камерах сгорания стенки жаровых труб, как правило, защищают от нагрева слоем менее нагретого газа или защитной пристеночной пленкой охлаждающего воздуха. Выравнивание температуры стенок жаровой трубы, которые имеют неравномерный нагрев, даже на установившихся режимах работы, не говоря уже о переменных, является актуальной задачей при конструировании камер сгорания, так как неравномерное охлаждение стенки может быть причиной её коробления, прогара и появления трещин.

Конструкция жаровой трубы

Жаровая труба состоит из наружной и внутренней стенок и восемнадцати головок. В головки завальцованы завихрители, в которых входящий воздушный поток закручивается, создавая зону обратных токов, необходимую для создания зоны устойчивого горения.

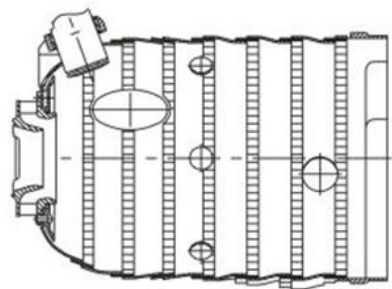


- 1- фланец;
- 2- фиксаторы;
- 3- втулки;
- 4- завихрители;
- 5- стенка жаровой трубы;
- 6- промежуточное кольцо;
- 7- наружная манжета;
- 8- задний фланец;
- 9,10- бандажи;
- 11- свеча;
- 12- внутренний обтекатель с завихрителями.

В зависимости от камер сгорания жаровые трубы бывают разной конфигурации:

Конструкция основных элементов КС

Жаровые трубы



Трубчато-кольцевая КС

Кольцевая КС



Двухзонная КС



Рис. 2.16 Жаровая труба

Причины приводящие к выходу из строя жаровой трубы:

- - помпажными явлениями в компрессоре;
- - применением не рекомендуемых сортов топлива;
- - превышением допустимого времени работы на ограничиваемых режимах;
- - засорением или обгоранием топливных форсунок с изменением направления факелов пламени.
- - запуска двигателя в условиях низких температур без предварительного подогрева;
- - резкого теплового нагружения элементов, возникающего при выводе непрогретого двигателя на повышенный режим или при резком его выключении без охлаждения (2 - 3 мин.) на пониженном режиме;
- - превышения времени работы на ограничиваемых режимах.
- - отложение нагара на торцах форсунок.

Все эти причины приводят к прогарам или перегреву и короблению стенок жаровой трубы, что еще более искажает структуру газового потока.

Методы ремонта жаровой трубы

- ремонта жаровых труб камер сгорания, заключающийся в заварке трещин, образовавшихся на жаровой трубе;
- способ ремонта жаровых труб, заключающийся в разметке поврежденного участка, его удалении и установке на место поврежденного участка вставки, совпадающей по размерам, профилю и материалу с поврежденным участком;
- способ ремонта жаровой трубы, заключающийся в разрезании поврежденной секции жаровой трубы, удалении оставшегося участка поврежденной секции путем срезания сварного шва абразивным кругом и приварки новой секции к неповрежденным секциям жаровой трубы;
- способ ремонта жаровой трубы, заключающийся в удалении поврежденной секции жаровой трубы абразивным кругом и приварки новой секции к неповрежденным секциям жаровой трубы, причем приварка секций осуществляется "внахлест" и с применением присадочного материала.

Технология ремонта

- 1. Контроль (внешнего вида)
- 2. Разборка узла
- 3. Очистка
- 4. Промывка
- 5. Контроль (размерный, токовихревая дефектоскопия)
- 6. Очистка (подготовка к сварке)
- 7. Закалка
- 8. Сварка
- 9. Термообработка (аустенизация)
- 10. Очистка (подготовка к мех. обработке)
- 11. Шлифование
- 12. Контроль (внешнего вида, размерный, ультразвуковая дефектоскопия)
- 13. Очистка
- 14. Нанесение теплозащитного покрытия
- 15. Контроль (качества нанесения покрытия, внешнего вида)

Ход ремонта

- 1) **Контроль** (внешнего вида).

- Произвести контроль внешнего вида узла КС. Отметить обнаруженные дефекты.

- Осмотреть внутренние поверхности узла эндоскопическим зондом.

- 2) **Разборка узла**

- Разобрать узел камеры сгорания.

- 3) **Очистка**

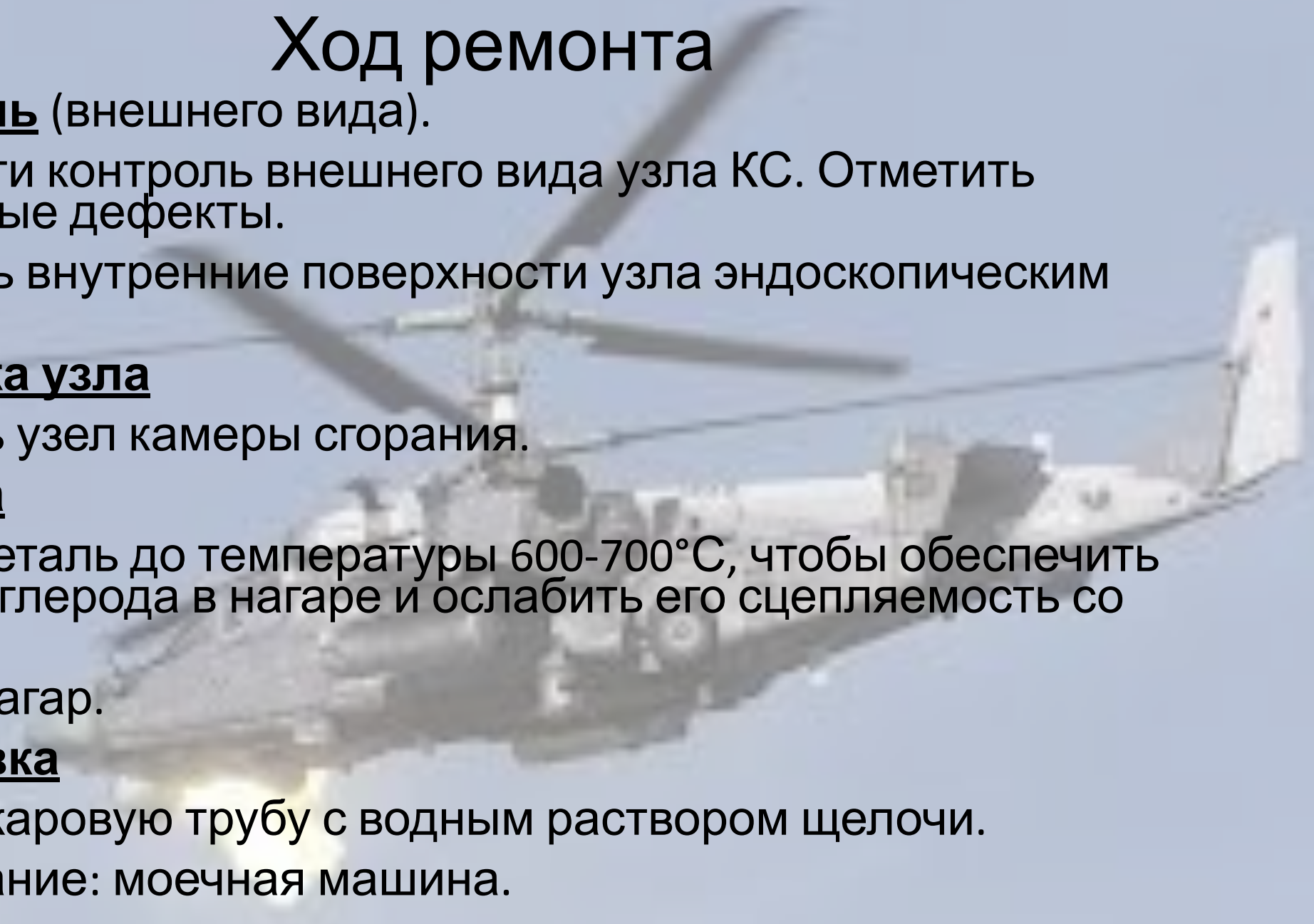
- Нагреть деталь до температуры 600-700°C, чтобы обеспечить выгорание углерода в нагаре и ослабить его сцепляемость со стенками.

- Удалить нагар.

- 4) **Промывка**

- Промыть жаровую трубу с водным раствором щелочи.

- Оборудование: моечная машина.



Ход ремонта

- 5) **Контроль**

- Произвести контроль внешнего вида жаровой трубы.
- Произвести контроль геометрических размеров жаровой трубы. Контролировать зазоры между патрубками.
- Произвести токовихревую дефектоскопию трещины.

- Оборудование: дефектоскоп.

- 6) **Очистка** (подготовка к сварке)

- Установить жаровую трубу в пескоструйную камеру.
- Произвести очистку поверхностей.

- 7) **Закалка**

- Нагреть деталь до температуры 1050-1100°С.
- Резко охладить деталь до комнатной температуры.

Ход ремонта

- 8) **Сварка**

- Загрузить жаровую трубу в камеру для сварки в контролируемой атмосфере, присадочную проволоку, сварочные электроды ВИ-ИМ-1 по ГОСТ 0466-75, ТУ 14-4-358-73

- Произвести контрольную проверку чистоты атмосферы в камере путём сварки на образце из жаропрочного сплава.

- Зафиксировать жаровую трубу в специальном приспособлении для сварки.

- Произвести заварку трещины с припуском на мех. обработку 1,0...2,0 мм. [

- 9) **Термообработка**

- Аустенизировать при температуре 1050-1110°C. [8]

- Провести стабилизирующий отпуск при температуре 750-800°C.

- 10) **Очистка**

- Установить жаровую трубу в пескоструйную камеру.

- Произвести очистку поверхностей.

Ход ремонта

• 11) Шлифование

Обработать сварной шов в 3 этапа:

- Очистить зоны сварного шва от шлаков, окалины и удалить цвета побежалости.
- Удалить усиление сварного шва.
- Довести поверхность и подготовить к окончательной обработке.

Оборудование: шлифовальная машина с гибким валом;
цилиндрическая шлифовальная головка ZY-0306-3-AWCO-J5V.

• 12) Контроль

- Произвести контроль внешнего вида сварного шва.
- Произвести контроль геометрических размеров на соответствие ремонтным допускам.
- Произвести контроль сварного шва ультразвуком по ГОСТ 14782-86.

Оборудование: ультразвуковой дефектоскоп УЗД-7.

Ход ремонта

- 13) **Очистка**

- Обезжирить сварной шов.
- Просушить на воздухе.
- Установить в пескоструйную камеру.
- Произвести пескоструйную обработку при давлении сжатого воздуха 0,4 - 0,6 МПа.

- 14) **Нанесение теплозащитного покрытия**

- Установить подготовленную жаровую трубу в камеру напыления.
- Протереть спиртом и просушить места напыления.
- Напылить подслоя ВКНА толщиной 0,05-0,1 мм газоплазменным методом.

Обеспечить толщину слоя за один проход.

- Режим напыления: давление ацетилен 0,06 - 0,1 МПа; давление кислорода 0,4 - 0,6 МПа; давление внутреннего распыляющего сжатого воздуха 0,2 - 0,3 МПа; давление внешнего загибающего воздуха 0,6 - 0,7 МПа; расстояние от сопла до напыляемой поверхности 80...100 мм; скорость подачи шнура 150 - 200мм/мин.

- Оборудование: газоплазменная горелка, эластичный шнур ВКНА диаметром 3,9 - 4,4 мм.

- Напылить слой теплозащитного покрытия ВКПН-5 по технологии п.3. Толщина покрытия 0,1 - 0,2 мм обеспечивается за два прохода. Разрыв времени между нанесением покрытия ВКНА и ВКПН-5 не более двух часов.

- 15) **Контроль**

- Контролировать качество нанесения теплозащитного покрытия.
- Контролировать внешний вид детали.

A military helicopter, possibly a Mi-8 or Mi-17, is shown in flight over a field of tall, dry grass. The helicopter is painted in a camouflage pattern of green and brown. The main rotor blades are blurred due to motion. The background is a clear, light blue sky.

Спасибо за внимание!