



Иркутский национальный исследовательский технический университет

Военный учебный центр

Модуль военно- технической (военно- специальной) подготовки

Раздел 2. Основы конструкции воздушных судов и авиационных двигателей

Групповое занятие № 12

Тема 14. Общие сведения о силовой
установке воздушного судна

Учебные вопросы

Введение

1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.
2. Общие меры безопасности при эксплуатации силовых установок воздушных судов.
3. Общие сведения о силовой установке изучаемого воздушного судна.

Введение

Самолет Ил-76 предназначен для транспортировки и десантирования личного состава, техники и грузов различного назначения. Является первым в истории СССР военно-транспортным самолётом с турбореактивными двигателями. Самолёт способен доставлять грузы максимальной массой 28—60 т на расстояние 3600—4200 км с крейсерской скоростью 770—800 км/ч (максимальная масса перевозимого груза и дальность полёта зависят от модификации).

Введение



Введение

Силовая установка представлена четырьмя турбореактивными двигателями, подвешенными на пилонах под крылом. На первых серийных модификациях устанавливались двигатели Д-30КП-1 тягой до 11 000 кг, затем Д-30КП-2 тягой 12 000 кгс. Данные двигатели позволяют самолёту лететь в диапазоне скоростей 260—850 км/ч (выше у Вас указана крейсерская скорость до 800 км/час), что, с одной стороны, обеспечивает удобные условия воздушного десантирования, а с другой стороны, высокую скорость крейсерского полёта. В последних модификациях самолётов двигатели Д-30КП заменены на ПС-90А-76 тягой 14 500 (3300) кгс на взлётном (крейсерском) режиме.

ВСУ ТА-6А размещена в передней части левого обтекателя шасси. Служит для обеспечения самолёта на стоянке электропитанием ≈ 208 В и ~ 115 В, ≈ 27 В и сжатым воздухом для запуска основных двигателей.

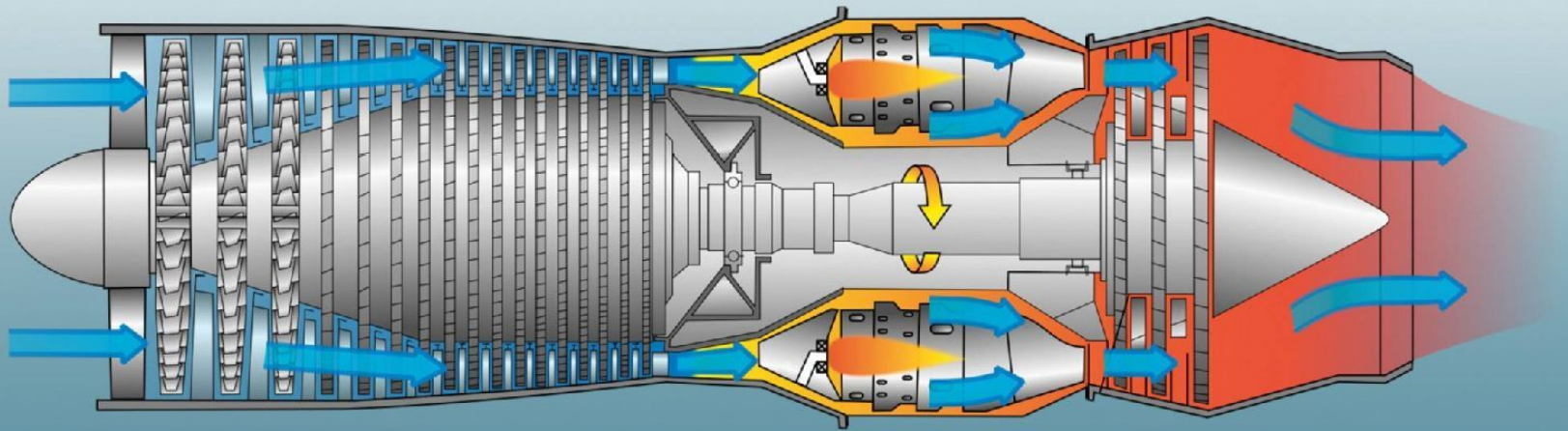
1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Современные ГТД имеют достаточно разнообразную конструкцию, тем не менее основные части современных ГТД одинаковы.

В наиболее общем случае современный ГТД состоит из следующих частей:

1. Входное устройство (дозвуковое, сверхзвуковое, регулируемое, нерегулируемое и т.д.)
2. Компрессор;
3. Камера сгорания;
4. Газовая турбина;
5. Выхлопное устройство.

1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.



1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Входное устройство (воздухозаборник).

Предназначено для забора воздуха из атмосферы, предварительного его сжатия и подачи в компрессор с определенным полем скоростей. Входные устройства бывают дозвуковые, сверхзвуковые, регулируемые и нерегулируемые. На дозвуковых самолетах применяют дозвуковые нерегулируемые входные устройства (воздухозаборники), оптимизированные на определенные (в основном крейсерские) режимы полета.

1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.



1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Входное устройство (воздухозаборник).

На сверхзвуковых самолетах применяют сверхзвуковые воздухозаборники. Такие входные устройства могут быть как регулируемые, так и не регулируемые (F-16).

Для обеспечения устойчивой работы ТРД воздухозаборники оснащаются рядом систем. К таким системам относятся системы регулирования параметров воздуха. Это клапана перепуска, клапана подпитки, регулируемые сверхзвуковые клинья.

1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Компрессор.

Предназначен для сжатия рабочего тела и подачи его с определенным полем скоростей в камеру сгорания. В компрессоре механическая энергия вращения ротора компрессора преобразуется в потенциальную энергию давления подаваемого воздуха.

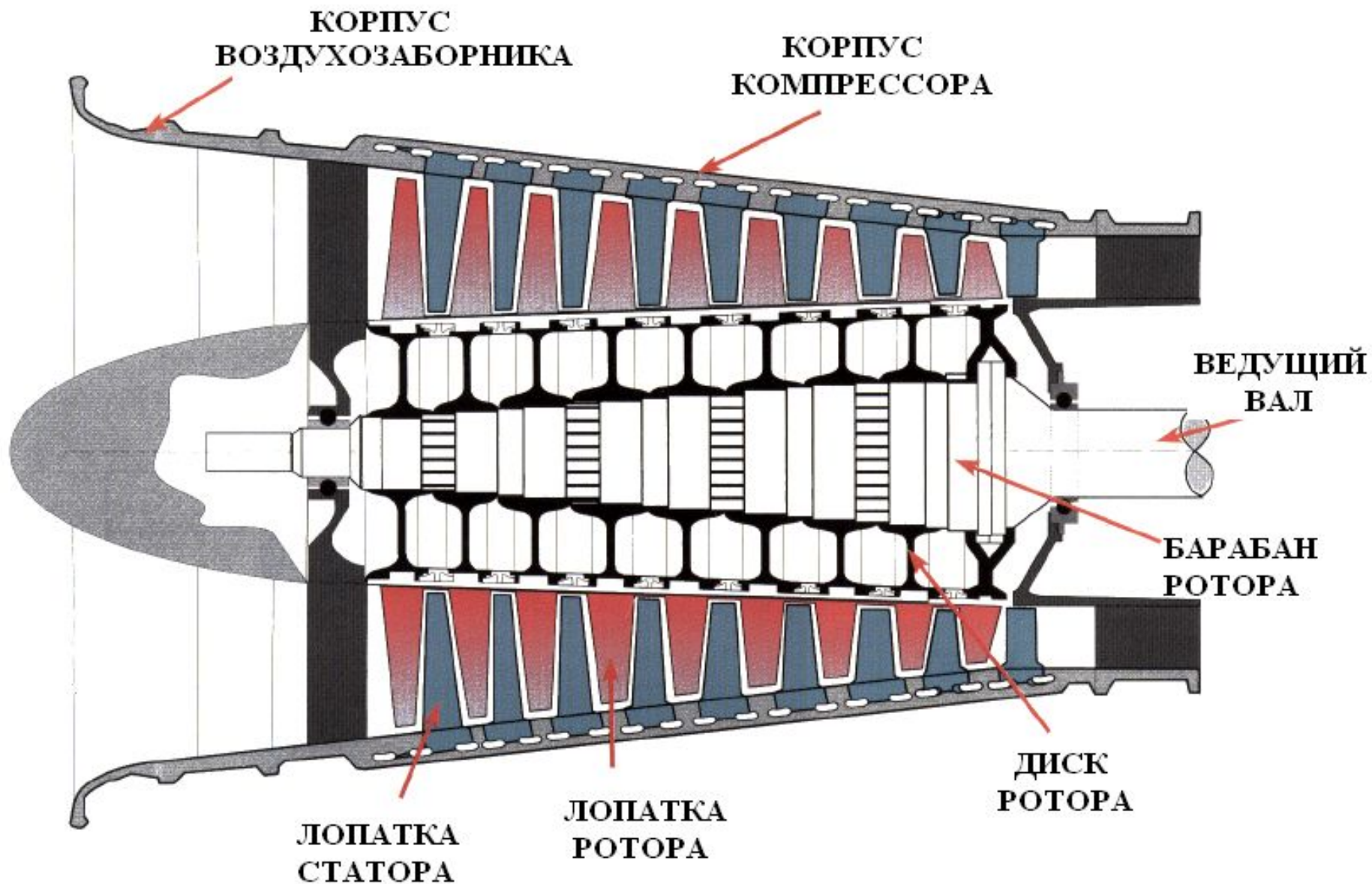
1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Компрессор.

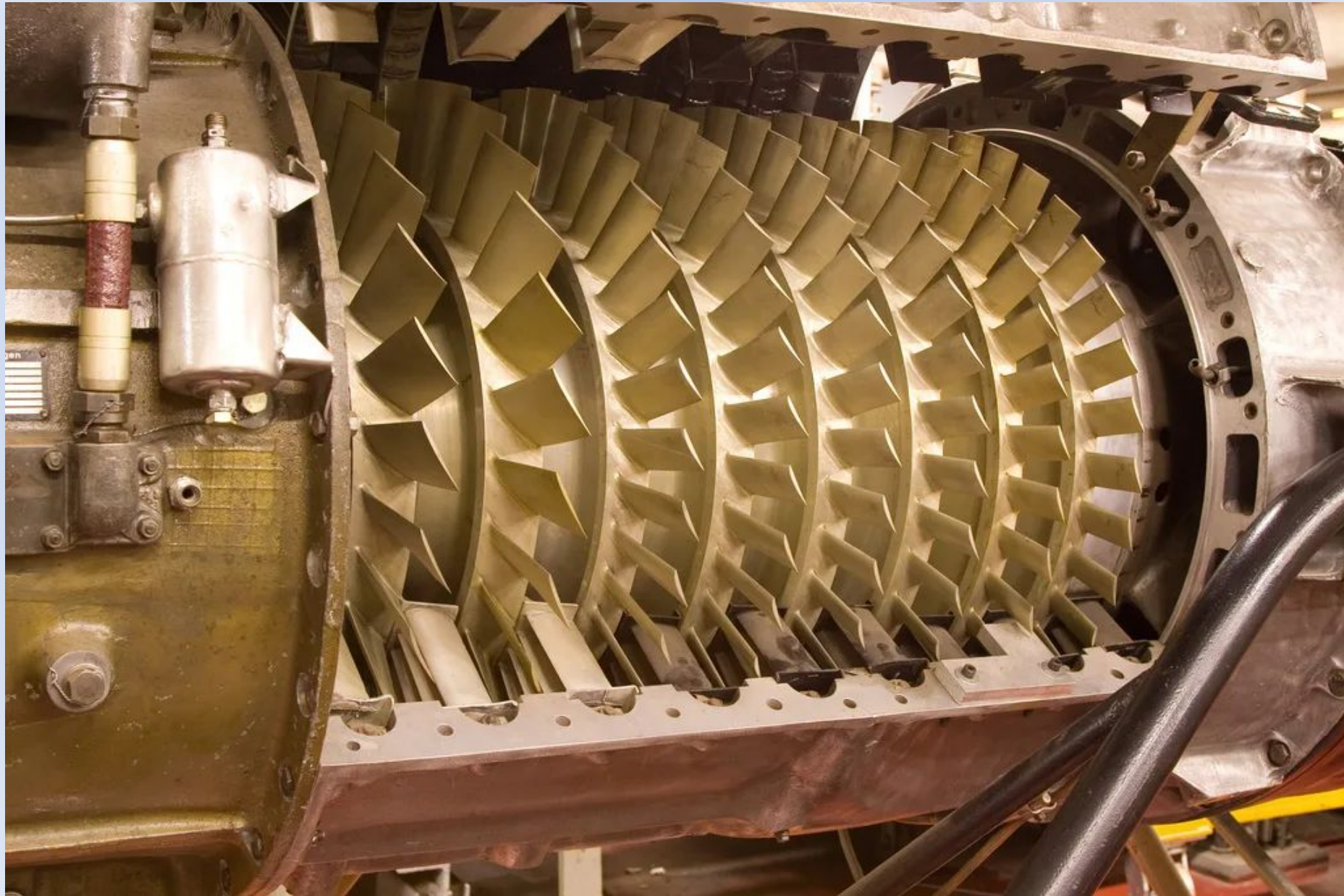
Типы компрессоров:

1. **Осевые компрессоры**, у которых направление скорости потока воздуха в меридиональной плоскости примерно параллельно оси.

1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.



1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.



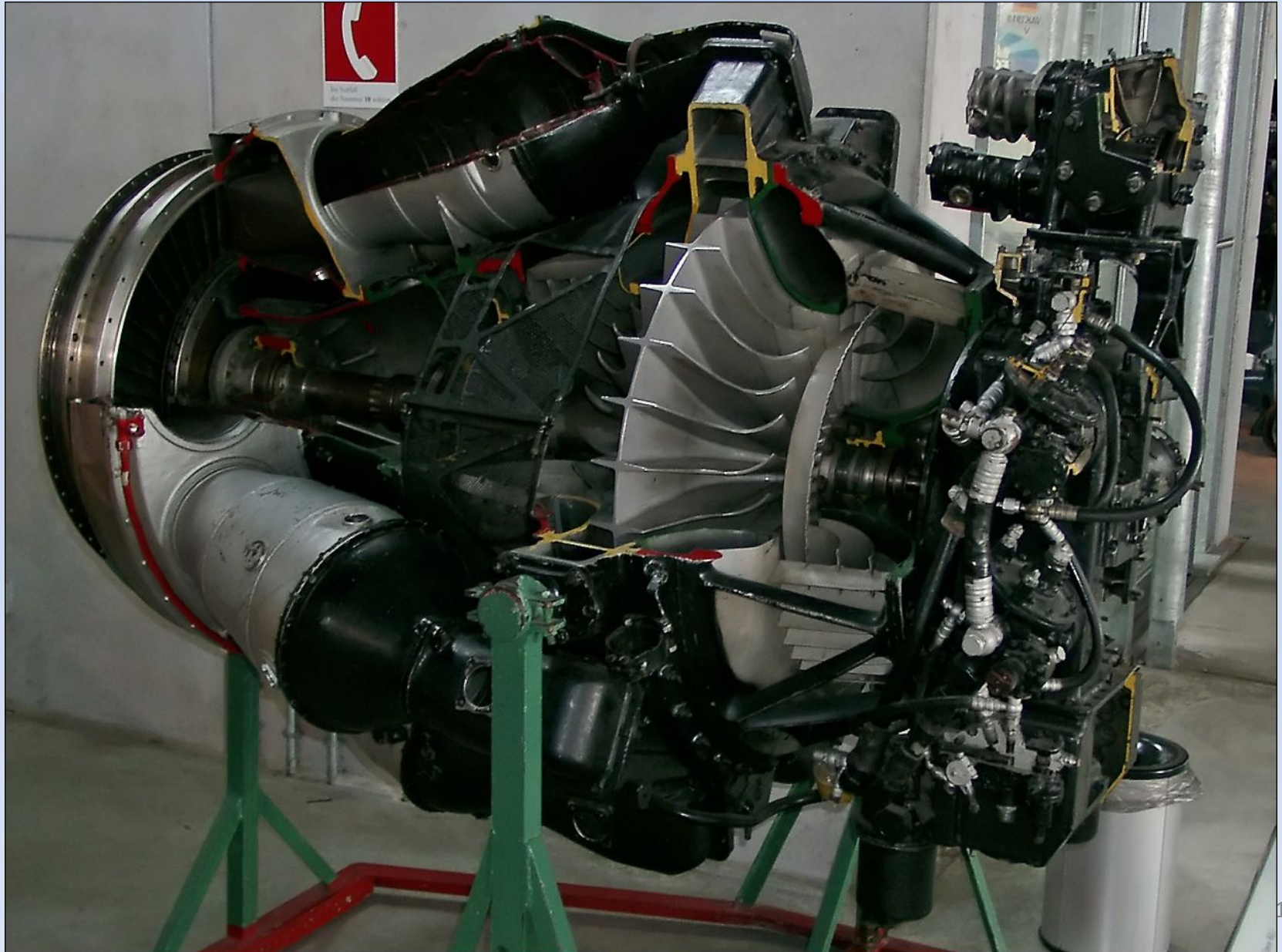
1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Компрессор.

Типы компрессоров:

1. **Осевые компрессоры**, у которых направление скорости потока воздуха в меридиональной плоскости примерно параллельно оси.
2. **Центробежные компрессоры (ЦБК)**, в которых поток направлен по перпендикулярно оси вращения (по радиусу).

1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.



1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Компрессор.

Типы компрессоров:

1. **Осевые компрессоры**, у которых направление скорости потока воздуха в меридиональной плоскости примерно параллельно оси.
2. **Центробежные компрессоры (ЦБК)**, в которых поток направлен по перпендикулярно оси вращения (по радиусу).
3. **Диагональные компрессоры**, направление потока в которых занимает среднее положение между направлениями движения воздуха в осевых и центробежных компрессорах
4. **Комбинированные компрессоры**, представляющие собой последовательное соединение осевых и центробежных или осевых и диагональных (диагонально-осевые) компрессоров.

1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Компрессор.

В состав компрессора входят ротор и статор.

Конструктивно компрессоры могут быть барабанными, дисковыми и смешанными.

1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Камера сгорания.

Предназначена для нагрева рабочего тела путем сжигания в нем топлива. Камера сгорания представляет собой сложную конструкцию, направленную для решения ряда задач, связанных в основном с организацией горения топлива и охлаждения поверхности самой камеры.

В современных двигателях используют различные камеры сгорания. По общей компоновке камеры сгорания бывают трубчатые, кольцевые и трубчато-кольцевые.

1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.



1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Камера сгорания.

Кроме компоновки камеры сгорания классифицируются по направлению движения рабочего тела. По этому признаку камеры сгорания бывают прямоточные и противоточные. В прямоточных направление движения газа в камере сгорания совпадает с его направлением движения по тракту двигателя, а в противоточных эти направления противоположны.

1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Газовые турбины.

Предназначены для привода во вращение компрессора и для получения мощности, необходимой для вращения винта в ТВД или ТВВД или несущего винта в вертолётных двигателях. Кроме того, незначительная часть мощности турбины используется для привода агрегатов самолета и двигателя. Для получения мощности в турбине происходит преобразование энергии сжатого и нагретого газа в механическую работу на её валу.

1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.



1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Газовые турбины.

Газовые турбины бывают осевые и радиальные. Этим они конструктивно похожи на осевые и центробежные компрессоры.

Как и компрессоры турбины состоят из статора и ротора.

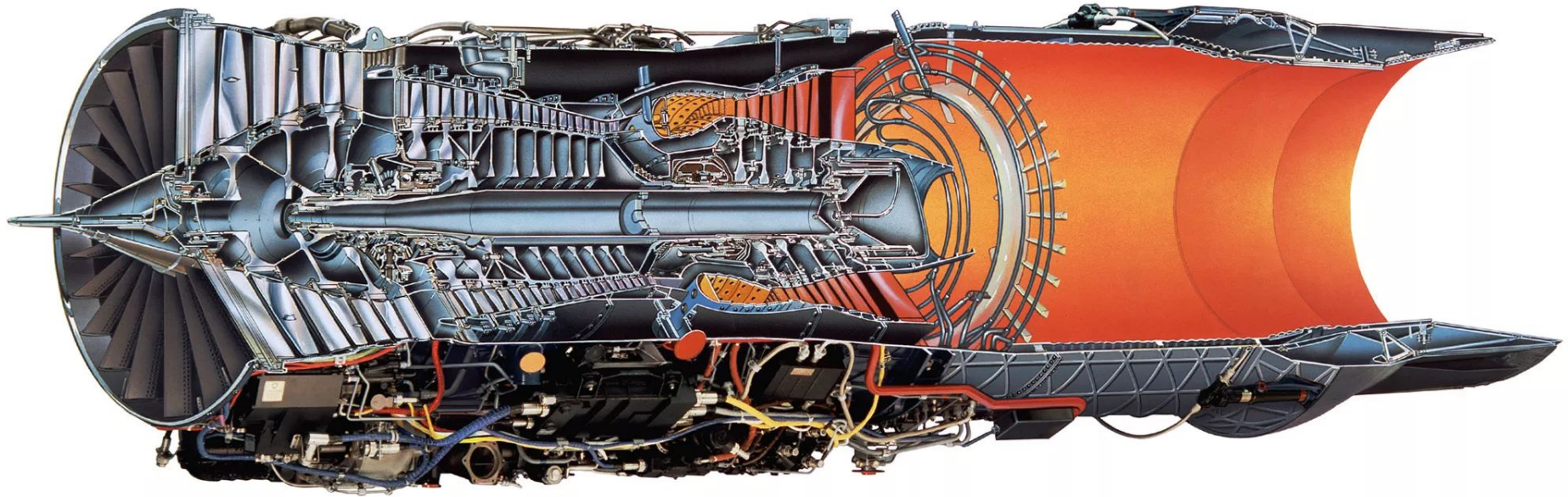
1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Форсажные камеры сгорания.

Предназначены для дополнительного подогрева рабочего тела с целью повышения его внутренней энергии и дополнительного разгона в выхлопном устройстве.

Топливо в форсажной камере распыляется форсунками и поджигается свечами, как и при запуске ГТД. В дальнейшем, после розжига ФК, процесс горения поддерживается самостоятельно.

1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.



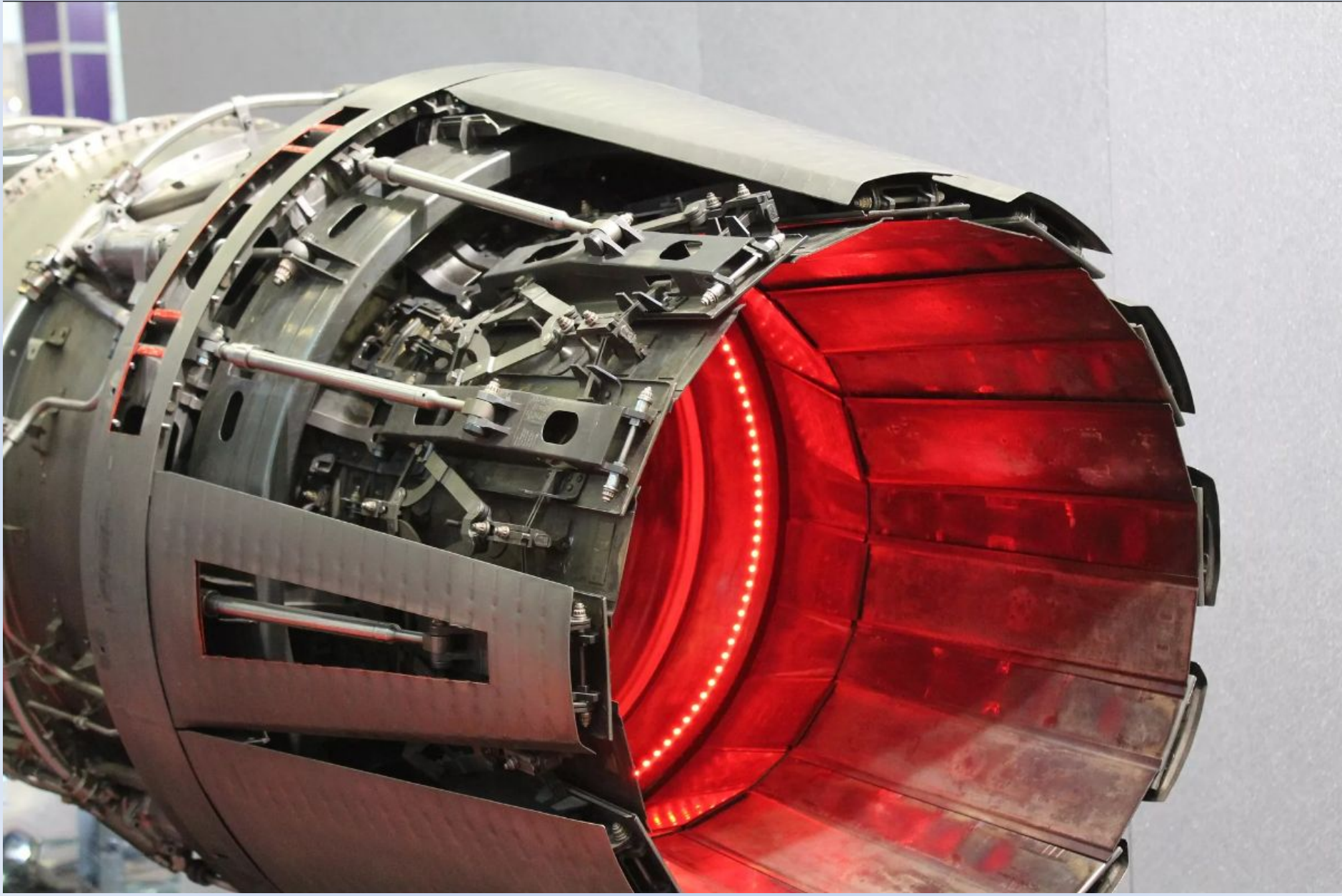
1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Выхлопные устройства.

Предназначены:

1. Для преобразования потенциальной энергии рабочего тела в кинетическую (разгона газового потока). Эту роль выполняют реактивные сопла.
2. Изменяют направление вектора тяги. Реверсивные устройства и девиаторы тяги.
3. Производят смешение потоков наружного и внутреннего контуров ТРДД.
4. Разделяют затурбинный поток на ряд отдельных струй. Глушители.

1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.



1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.

Выхлопные устройства.

Выхлопные устройства бывают дозвуковые и сверхзвуковые, регулируемые и нерегулируемые.

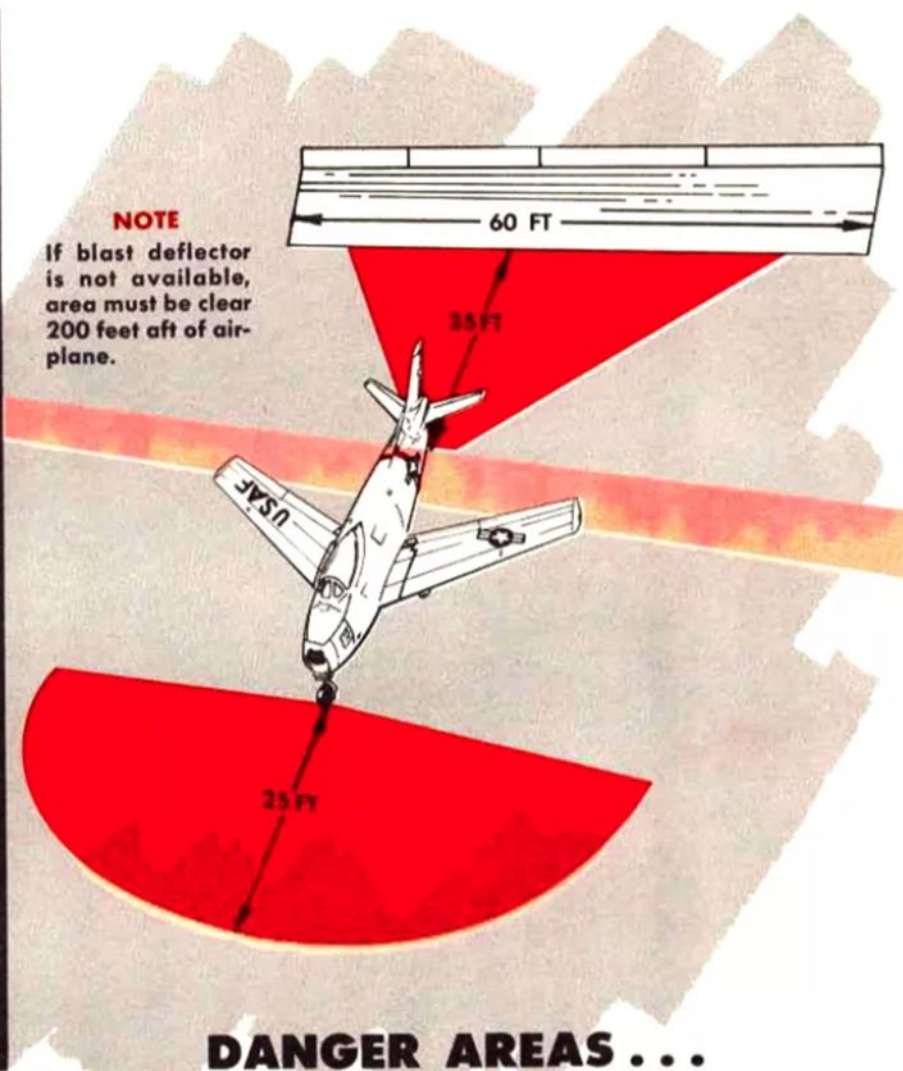
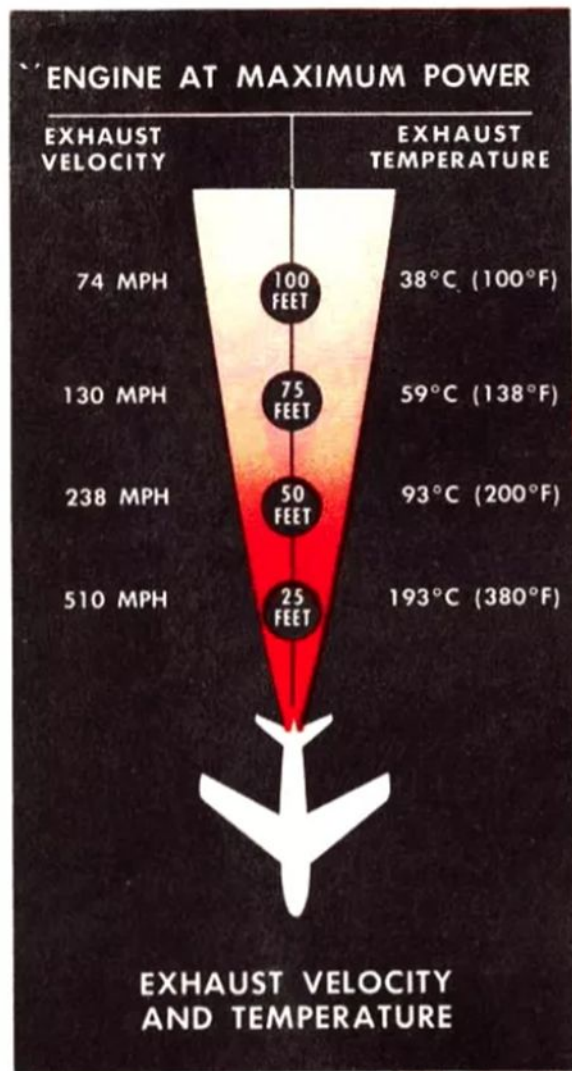
Дозвуковые реактивные сопла имеют сужающуюся конструкцию и не регулируются.

Сверхзвуковые реактивные сопла представляют собой суживающе-расширяющееся сопло (сопло Лавалья). Обычно такие сопла исполняются регулируемые в зависимости от режима работы двигателя.

2. Общие меры безопасности при эксплуатации силовых установок воздушных судов.

Опасные зоны ВС при работе ГТД.

2. Общие меры безопасности при эксплуатации силовых установок воздушных судов.



2. Общие меры безопасности при эксплуатации силовых установок воздушных судов.

Меры безопасности при эксплуатации ГТД.

- 1.** При выполнении работ на АТ, средствах технического обслуживания и ремонта личный состав должен **знать и строго соблюдать требования безопасности**. Виновные в нарушении требований безопасности несут ответственность в установленном порядке.
- 2.** К выполнению работ допускается только личный состав, **прошедший обучение и получивший допуск** к выполнению данного вида работ.
- 3.** **Ответственными** за обеспечение требований безопасности и норм производственной санитарии в воинской части являются начальники, в подчинении которых постоянно или временно находится личный состав, выполняющий работы по эксплуатации АТ.

2. Общие меры безопасности при эксплуатации силовых установок воздушных судов.

Меры безопасности при эксплуатации ГТД.

4. Рабочие места в зависимости от характера выполняемых работ и опасные зоны **должны быть оснащены общими или индивидуальными, постоянными или временными инструкциями, знаками и ограждениями безопасности.**
5. **Ответственным за своевременное предупреждение всех лиц, находящихся в опасных зонах (около или внутри ВС, помещения), выставление и снятие временных ограждений и знаков безопасности является руководитель работ. Команды предупреждения об опасных действиях должны подаваться способом, гарантирующим их получение всеми специалистами, находящимися в опасных зонах внутри и вне ВС (помещения).**

2. Общие меры безопасности при эксплуатации силовых установок воздушных судов.

Меры безопасности при эксплуатации ГТД.

6. Во время запуска и опробования двигателей, а также при заправке и сливе топлива и при выполнении работ по кислородной системе около самолета должны находиться **средства пожаротушения.**
7. Для исключения случаев возникновения пожара **убедитесь в герметичности всех систем** при работе двигателей на режиме МГ, только после этого опробуйте двигатели на повышенных режимах.
8. Во время работы двигателей **не разрешается находиться или проходить в опасных зонах**, расположенных впереди и позади самолета, а также находиться на стремянках.

2. Общие меры безопасности при эксплуатации силовых установок воздушных судов.

Меры безопасности при эксплуатации ГТД.

9. ЗАПРЕЩАЕТСЯ проводить какие-либо работы на ВС без разрешения техника ВС. По окончании работ ВС должен быть обесточен, а результаты работы доложены технику.
0. ЗАПРЕЩАЕТСЯ запускать и опробовать двигатели при отсутствии связи между специалистами, находящимися в кабине и у ВС.
1. ЗАПРЕЩАЕТСЯ запускать и опробовать двигатели при наличии следов подтекания топлива и масел из систем ВС и двигателя.
2. ЗАПРЕЩАЕТСЯ запускать двигатель при разряженных бортовых аккумуляторных батареях или при их отсутствии.
3. ЗАПРЕЩАЕТСЯ запускать двигатель с неисправными внутрикабинными световыми сигнализаторами и приборами контроля двигателя.

2. Общие меры безопасности при эксплуатации силовых установок воздушных судов.

Меры безопасности при эксплуатации ГТД.

4. ЗАПРЕЩАЕТСЯ в процессе запуска, до выхода двигателя на режим МГ, устанавливать РУД выше упора МГ во избежание перегрева турбины.
5. ЗАПРЕЩАЕТСЯ перемещать РУД в сторону повышения режима работы при «зависании» оборотов двигателя.
6. ЗАПРЕЩАЕТСЯ производить на работающем двигателе регулировочные работы.
7. ЗАПРЕЩАЕТСЯ выводить двигатель на максимальный или форсированный режим, если ВС не закреплен на швартовочных тросах.
8. ЗАПРЕЩАЕТСЯ производить повторный запуск двигателя до полной остановки РВД и до выявления причин неудавшегося запуска.

3. Общие сведения о силовой установке изучаемого воздушного судна.

Силовая установка самолета Ил-76 представлена четырьмя турбореактивными двигателями, подвешенными на пилонах под крылом и вспомогательной силовой установкой. На первых серийных модификациях устанавливались двигатели Д-30КП тягой 12 000 кгс. Данные двигатели позволяют самолёту лететь в диапазоне скоростей 260—850 км/ч, что, с одной стороны, обеспечивает удобные условия воздушного десантирования, а с другой стороны, высокую скорость крейсерского полёта. В последних модификациях самолётов двигатели Д-30КП заменены на ПС-90А-76 тягой 14 500 (3300) кгс на взлётном (крейсерском) режиме.

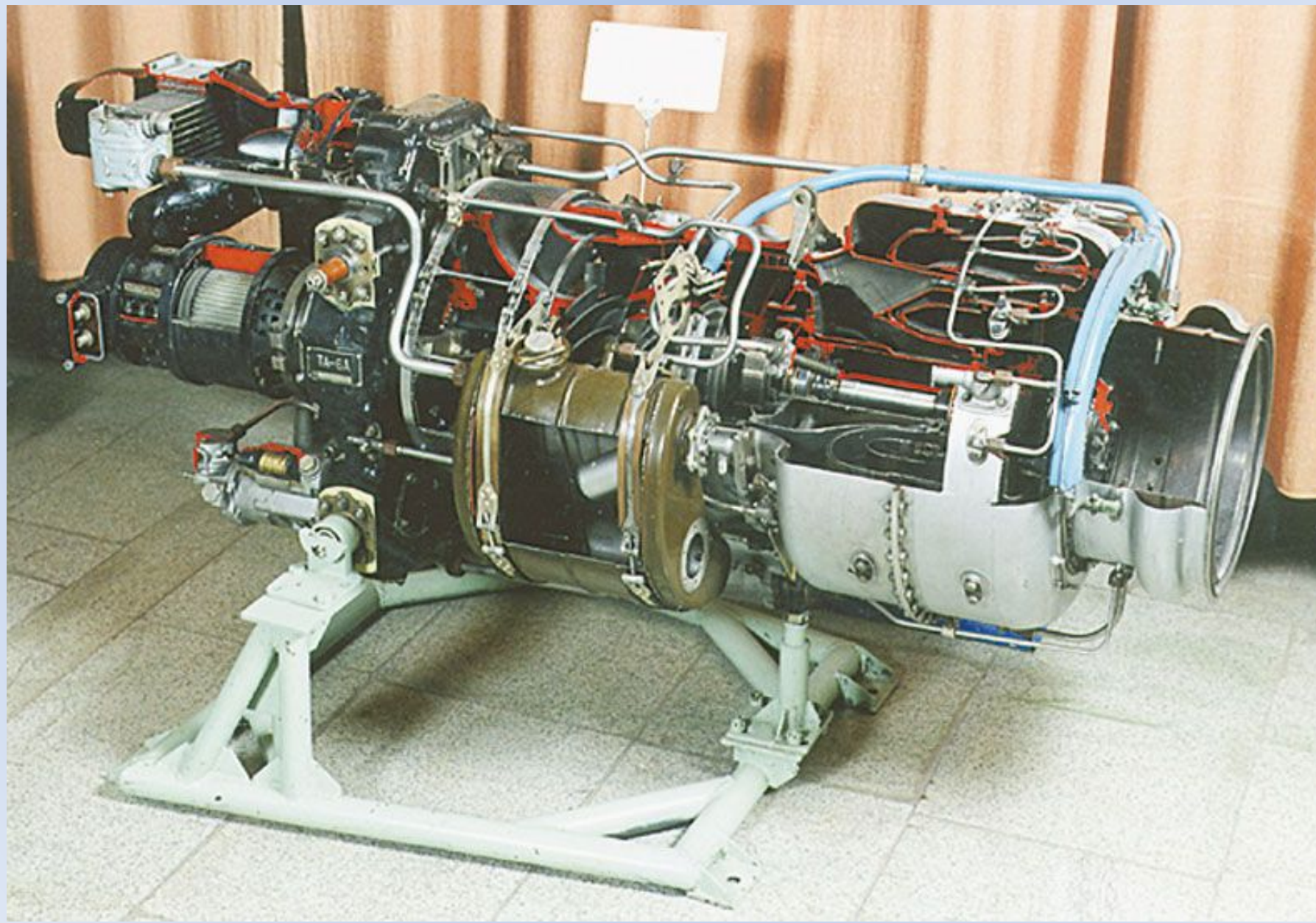
3. Общие сведения о силовой установке изучаемого воздушного судна.



3. Общие сведения о силовой установке изучаемого воздушного судна.

Кроме того в состав силовой установки самолета Ил-76 входит **ВСУ ТА-6А** размещена в передней части левого обтекателя шасси. Служит для обеспечения самолёта на стоянке электропитанием ≈ 208 В и ~ 115 В, $=27$ В и сжатым воздухом для запуска основных двигателей.

3. Общие сведения о силовой установке изучаемого воздушного судна.

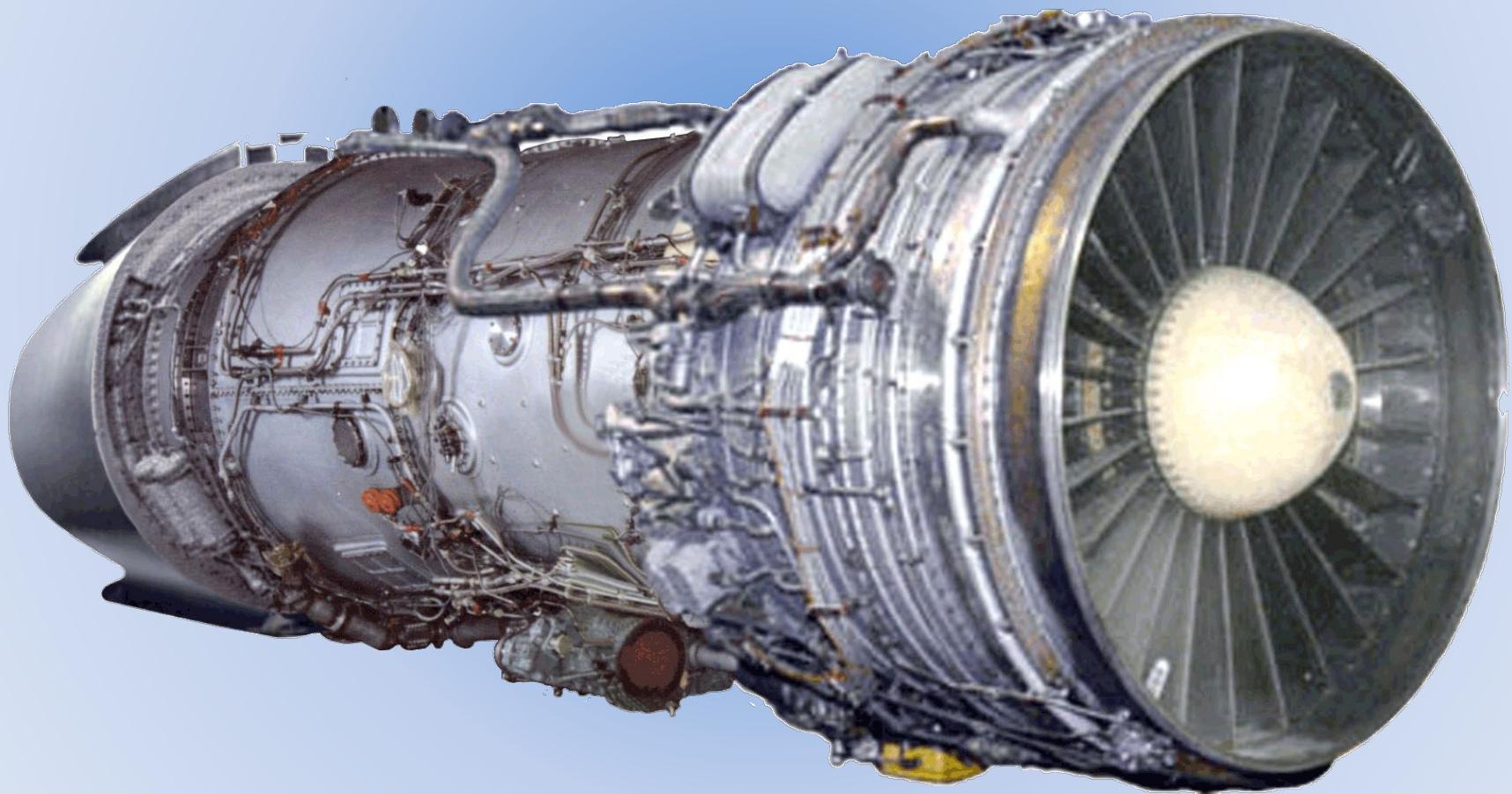


3. Общие сведения о силовой установке изучаемого воздушного судна.

Двигатель Д-30КП

Двигатель Д-30КП двухвальный, двухконтурный и состоит из компрессора низкого давления, разделительного корпуса с коробками приводов агрегатов, компрессора высокого давления, камеры сгорания, турбины высокого давления, турбины низкого давления и выходного устройства. Двигатель Д-30КП оснащен реверсивным устройством. Запуск двигателя автоматический, осуществляется от воздушного стартера. Система зажигания электронная, включает агрегат зажигания и 2 полупроводниковые свечи поверхностного заряда. Масляная система автономная, нормально замкнутая, циркуляционная. Все агрегаты масляной системы расположены на двигателе. Двигатель работает на авиационном керосине марок Т-1, ТС-1, РТ.

3. Общие сведения о силовой установке изучаемого воздушного судна.



3. Общие сведения о силовой установке изучаемого воздушного судна.

Двигатель Д-30КП

Параметры двигателя

1.	Тяга	12 000 кгс
2.	Степень сжатия КВД	9,35
3.	Степень сжатия КНД	2,15
4.	Часовой расход топлива	8 000 кг/ч
5.	Сухой вес	2 985 кг
6.	Диаметр двигателя	1,56 м
7.	Применяемые масла	МК-8, МК-8П, МС-8
8.	Применяемое топливо	Т-1, ТС-1, РТ

3. Общие сведения о силовой установке изучаемого воздушного судна.

Двигатель Д-30КП

Параметры двигателя

9.	Гарантийный ресурс	2 000 часов
10.	Ресурс до 1-го капитального ремонта	2 000 часов
11.	Заправка маслобака	25 литров
12.	Расход масла	Не более 0,9 л/ч
13.	Гарантийный ресурс	2 000 часов
14.	Ресурс до 1-го капитального ремонта	2 000 часов
15.	Заправка маслобака	25 литров
16.	Расход масла	Не более 0,9 л/ч

3. Общие сведения о силовой установке изучаемого воздушного судна.

Двигатель Д-30КП

Защиты двигателя:

1. МАКС обороты КНД
2. МАКС давление воздуха за КВД
3. МАКС температура газов за турбиной

3. Общие сведения о силовой установке изучаемого воздушного судна.

Двигатель ТА-6А.

Вспомогательный одновальный газотурбинный двигатель. Предназначен для установки на линейку различных летательных аппаратов военного и гражданского назначения. Используется для долговременного автономного питания на земле или аварийного питания в воздухе электроэнергией самолётных систем и подачи горячего сжатого воздуха в систему кондиционирования, также и для запуска маршевых двигателей летательного аппарата.

3. Общие сведения о силовой установке изучаемого воздушного судна.



3. Общие сведения о силовой установке изучаемого воздушного судна.

Двигатель ТА-6А.

Состав:

1. Трехступенчатый диагонально-осевой компрессор;
2. Трехступенчатая осевая турбина;
3. Протитвоточная камера сгорания;
4. Редуктор.

Выводы по занятию

При рассмотрении материала группового занятия были изучены:

1. Основные элементы газотурбинных двигателей и их назначение.
2. Общие меры безопасности при эксплуатации силовых установок воздушных судов.
3. Общие сведения о силовой установке изучаемого воздушного судна.

Вопросы для контроля

1. Состав современного ГТД.
2. Назначение входных устройств.
3. Назначение и принцип работы компрессора.
4. Типы применяемые на современных ГТД компрессоров.
5. Назначение основных камер сгорания ГТД.
6. Виды используемых в современных ГТД основных камер сгорания.
7. Назначение газовых турбин.
8. Назначение форсажных камер сгорания.
9. Назначение выхлопных устройств.
0. Опасные зоны работающих ГТД.
1. Меры безопасности при эксплуатации ГТД.
2. Состав силовой установки самолета Ил-76.
3. Краткая характеристика двигателя Д-30КП.
4. Основные параметры двигателя Д-30КП.

Вопросы для контроля

5. Основные элементы двигателя Д-30КП.
6. Краткая характеристика двигателя ТА-6А.
7. Состав двигателя ТА-6А.

Задание на самоподготовку:

1. Учебники:
 1. [4], стр. 87..104, 196..199;
2. Дополнительная литература:
 1. [15];
 2. [17];
3. Конспект лекций.