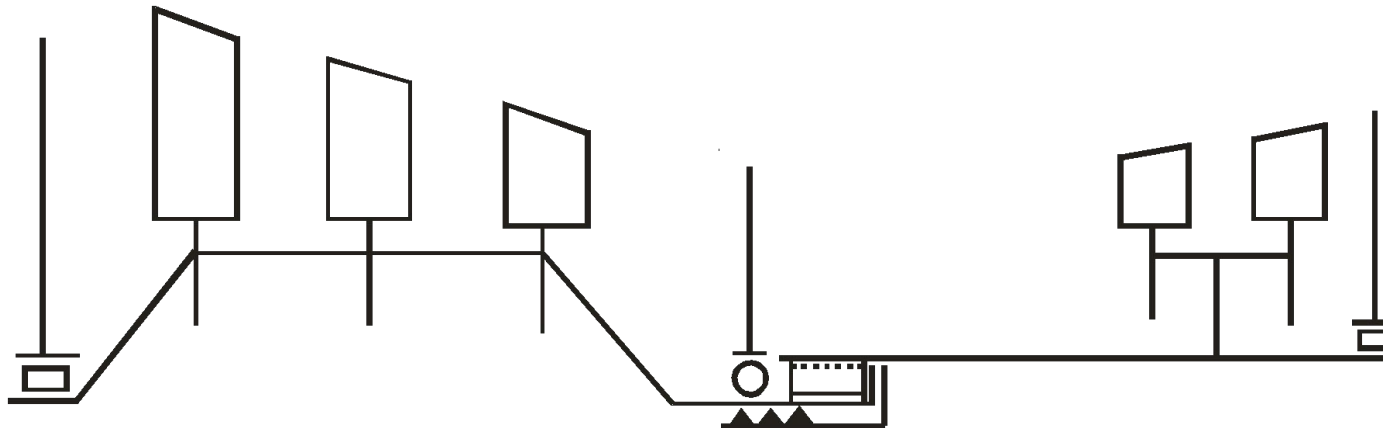


# КОНСТРУКТИВНО-СИЛОВАЯ СХЕМА АД И ЭУ

Конструктивная схема – это условно-стилизованное изображение графических элементов, которые обладают свойствами, необходимыми для выражения данной концепции конструкции.

На конструктивной схеме должны быть показаны схематично все ступени (рабочие колеса, направляющие аппараты и сопловые аппараты), соединения дисков друг с другом и с валом, опоры и типы подшипников, разъемы на границе модулей и характерных элементов. Чем подробнее выполнена конструктивная схема, тем больше информации она несет.

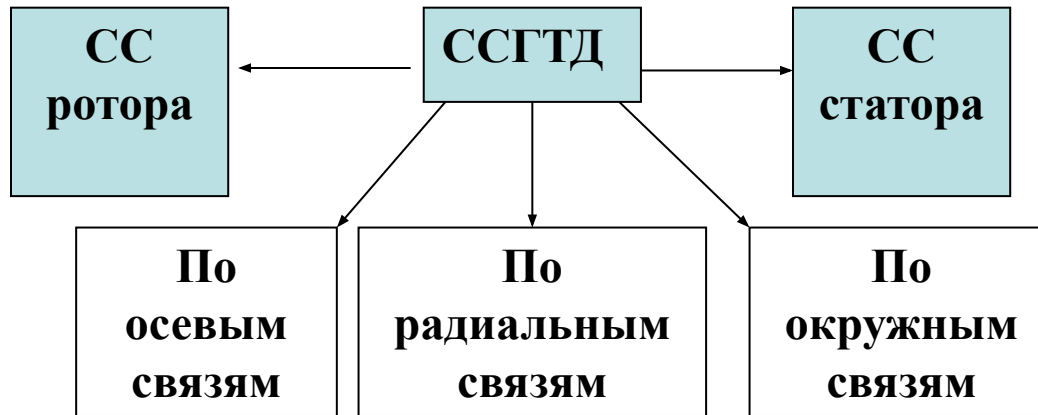
## КОНСТРУКТИВНО-СИЛОВАЯ СХЕМА РОТОРА



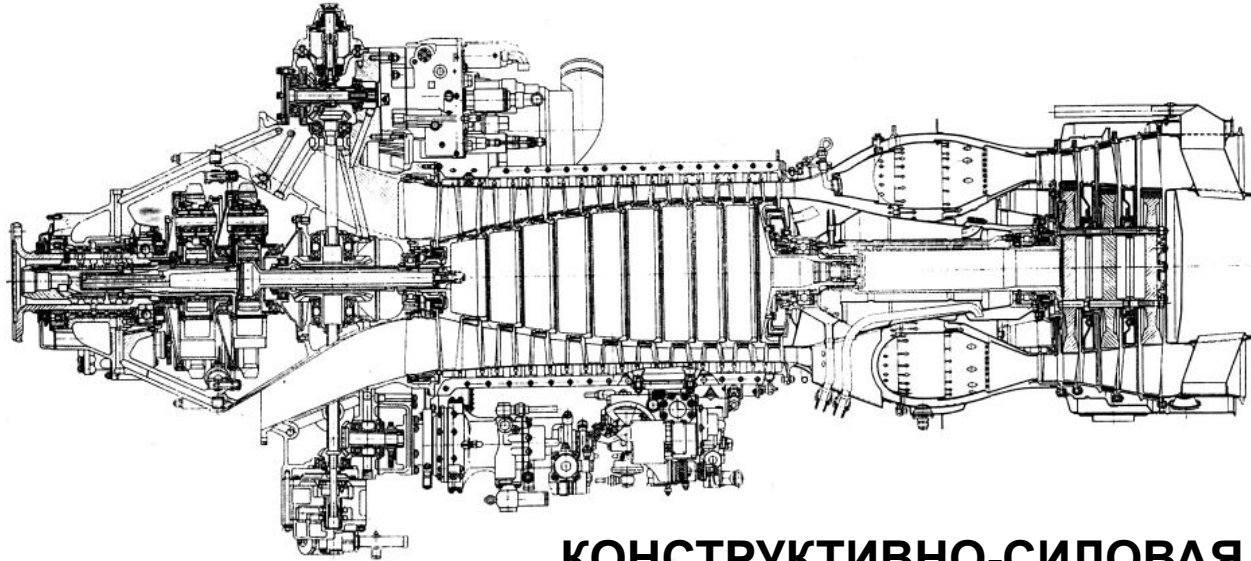
# СИЛОВАЯ СИСТЕМА АД И ЭУ

Силовая система (СС) ГТД показывает структуру и направление передачи усилий и моментов, возникающих в двигателе.  
Конкретным выражением СС является силовая схема.

## СТРУКТУРА СИЛОВОЙ СИСТЕМЫ АД

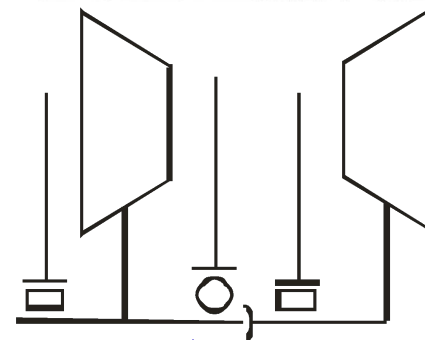
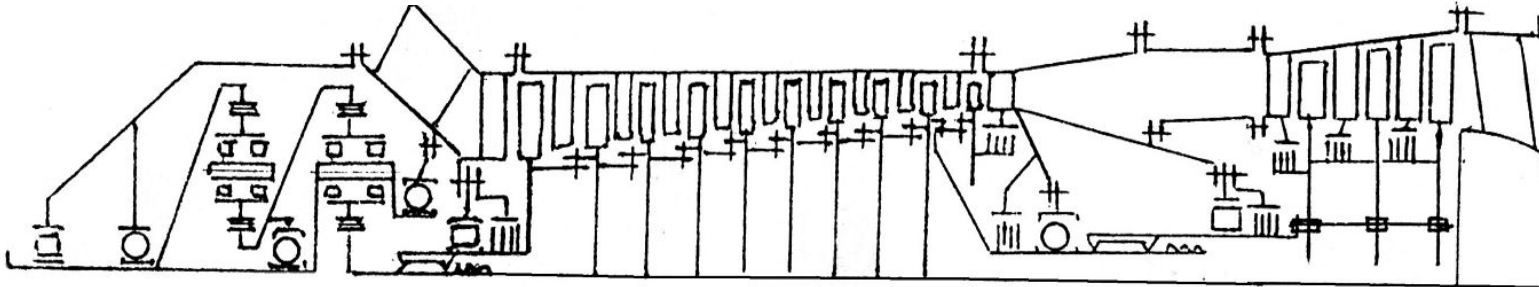


# АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ АД



ПРОДОЛЬНЫЙ  
РАЗРЕЗ

КОНСТРУКТИВНО-СИЛОВАЯ СХЕМА АД



СИЛОВАЯ СХЕМА РОТОРА

# СИЛОВЫЕ СХЕМЫ РОТОРОВ ПО РАДИАЛЬНЫМ СВЯЗЯМ

Силовая схема ротора включает ротор компрессора, ротор турбины и элементы связи этих роторов. Схема определяется числом валов, типом двигателя, компрессора и турбины, расположением опор и силовых поясов. Говоря о силовой схеме ротора, необходимо уточнить понятия **«опора»** и **«силовой пояс»**

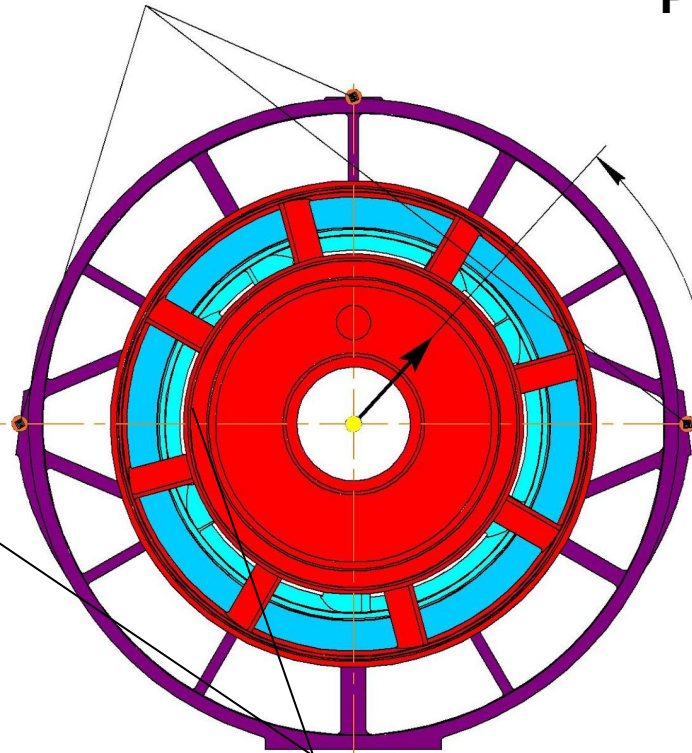
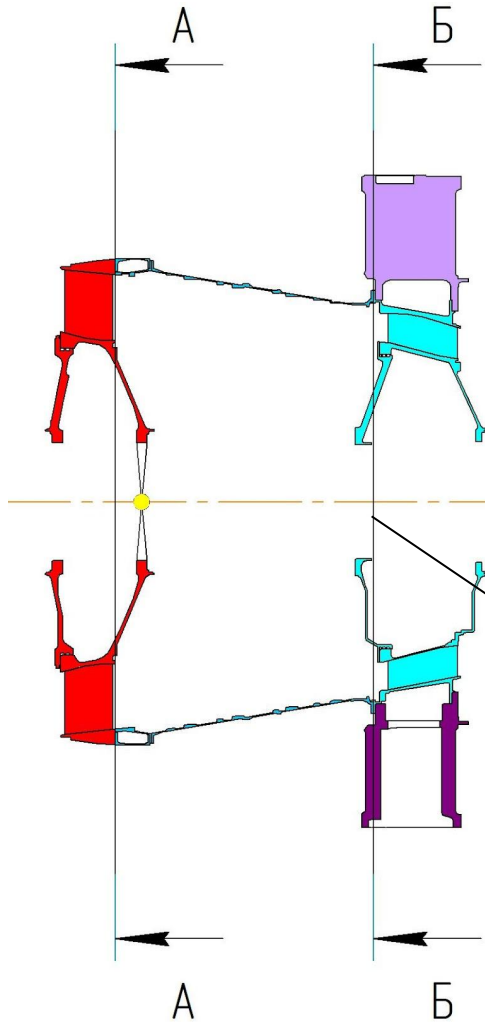
Под опорой мы понимаем подшипник, а силовой пояс включает в себя подшипник, установленный в корпусную втулку, связанную ребрами, проходящими через газоздушный тракт двигателя, с наружным корпусом двигателя.

Силовой пояс входит в силовую схему всего двигателя, а подшипник, в нем размещаемый, иногда называется статорным.

Через силовой пояс инерционные нагрузки от ротора передаются на узлы подвески двигателя. Если подшипник не связан с силовым поясом, а опирается на другой вал, то он называется межвальным.

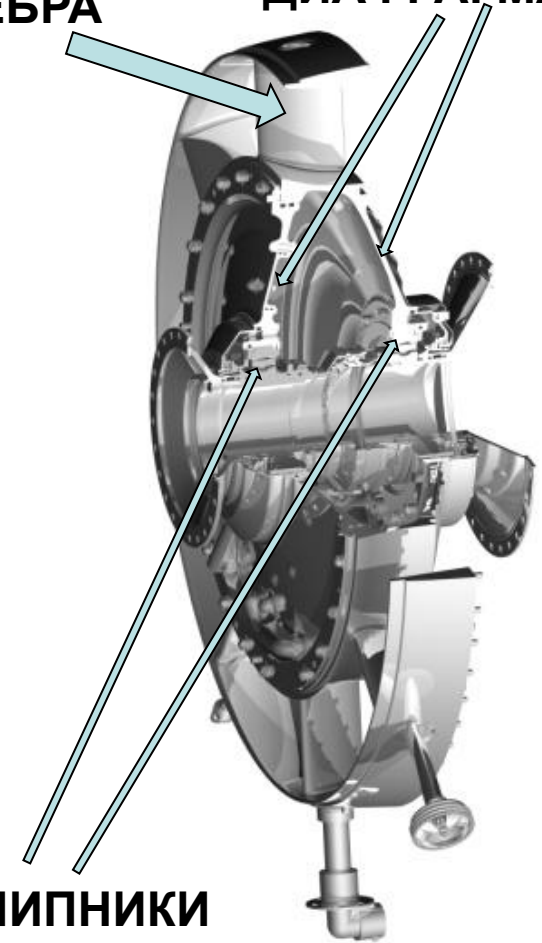
Рассмотрим одновальный двигатель. По числу опор он может быть двухопорным, трехопорным и четырехопорным.

# СИЛОВЫЕ ПОЯСА И ПОДШИПНИКИ



Силовой пояс

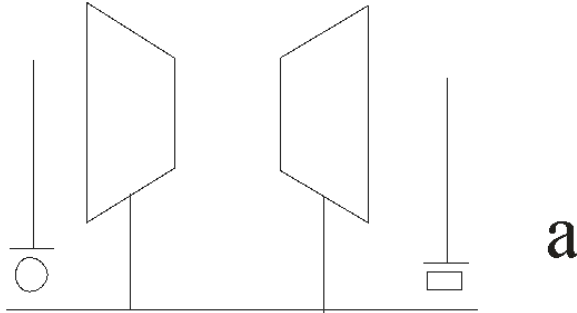
РЕБРА  
ДИАФРАГМА



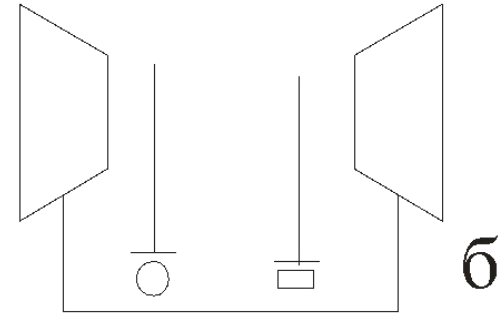
ПОДШИПНИКИ

ОПОРА  
(СИЛОВОЙ ПОЯС)

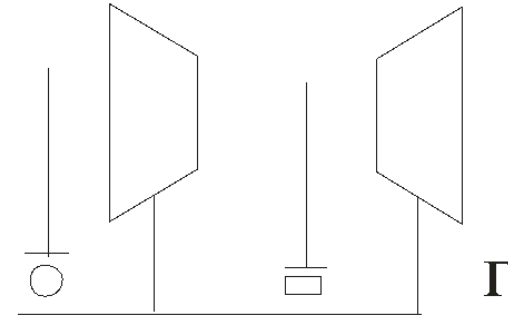
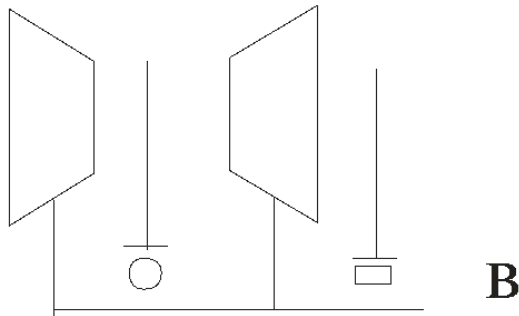
# ДВУХОПОРНЫЕ РОТОРА



Расположение ОК и ГТ  
в пролете между опорами



Консольное расположение  
ОК и ГТ



Смешанное расположение опор

**Достоинство** – система статически определима.

**Недостаток** – большое расстояние между опорами,  
следовательно, малая жесткость и большие прогибы.

# АНАЛИЗ ДВУХОПОРНЫХ СХЕМ

## Схема а

Достоинство – задняя опора расположена в зоне низких температур.

Недостаток – большое расстояние между опорами.

Пример: КВД двигателя Д-36.

## Схема б

Достоинство – малое расстояние между опорами.

Недостаток – консольное расположение роторов ОК и ГТ, что возможно при числе ступеней, не превышающем 3. Применяется в малоразмерных ГТД и вспомогательных силовых установках.

## Схемы в, г

Достоинство – снижается расстояние между опорами.

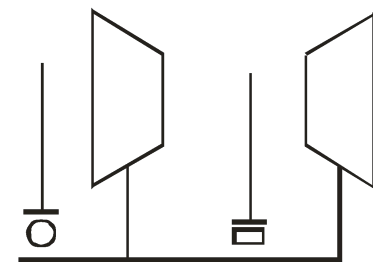
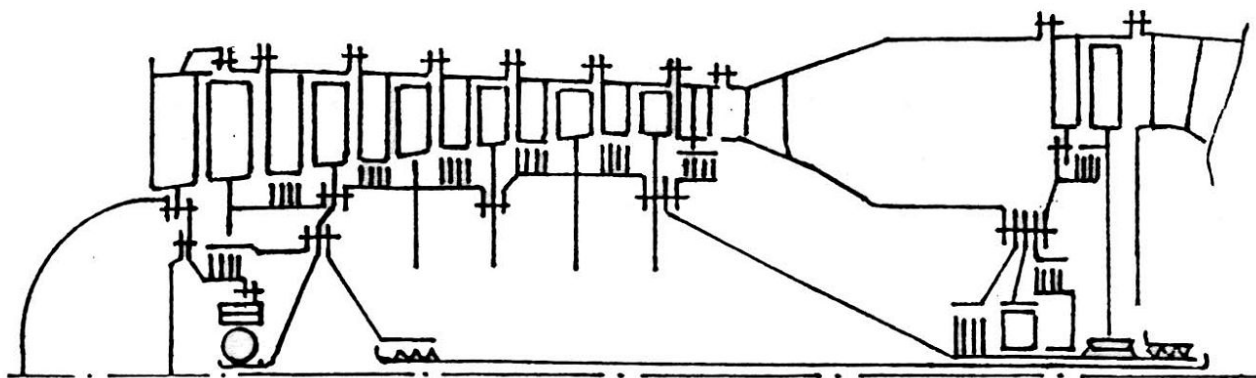
Недостаток – связан с появлением консольных участков, о которых говорилось при рассмотрении схемы б.

Схема в применяется в двигателях без ВНА, в основном для размещения вентилятора (вентилятор двигателя Д-36).

Схему г можно использовать только при небольшом количестве ступеней турбины (каскад СД двигателя Д-36).

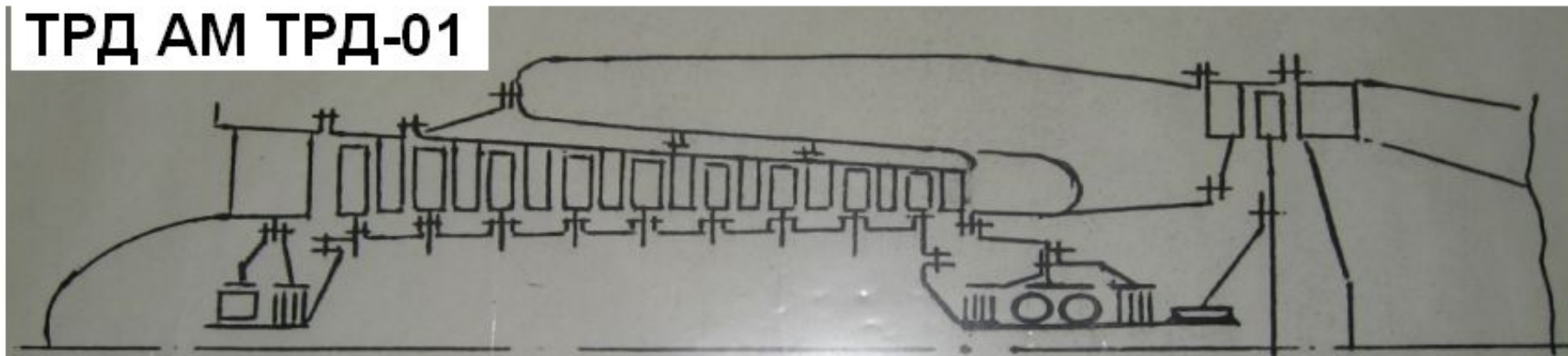
# ДВУХОПОРНЫЕ РОТОРА

ТРД РД-36-35



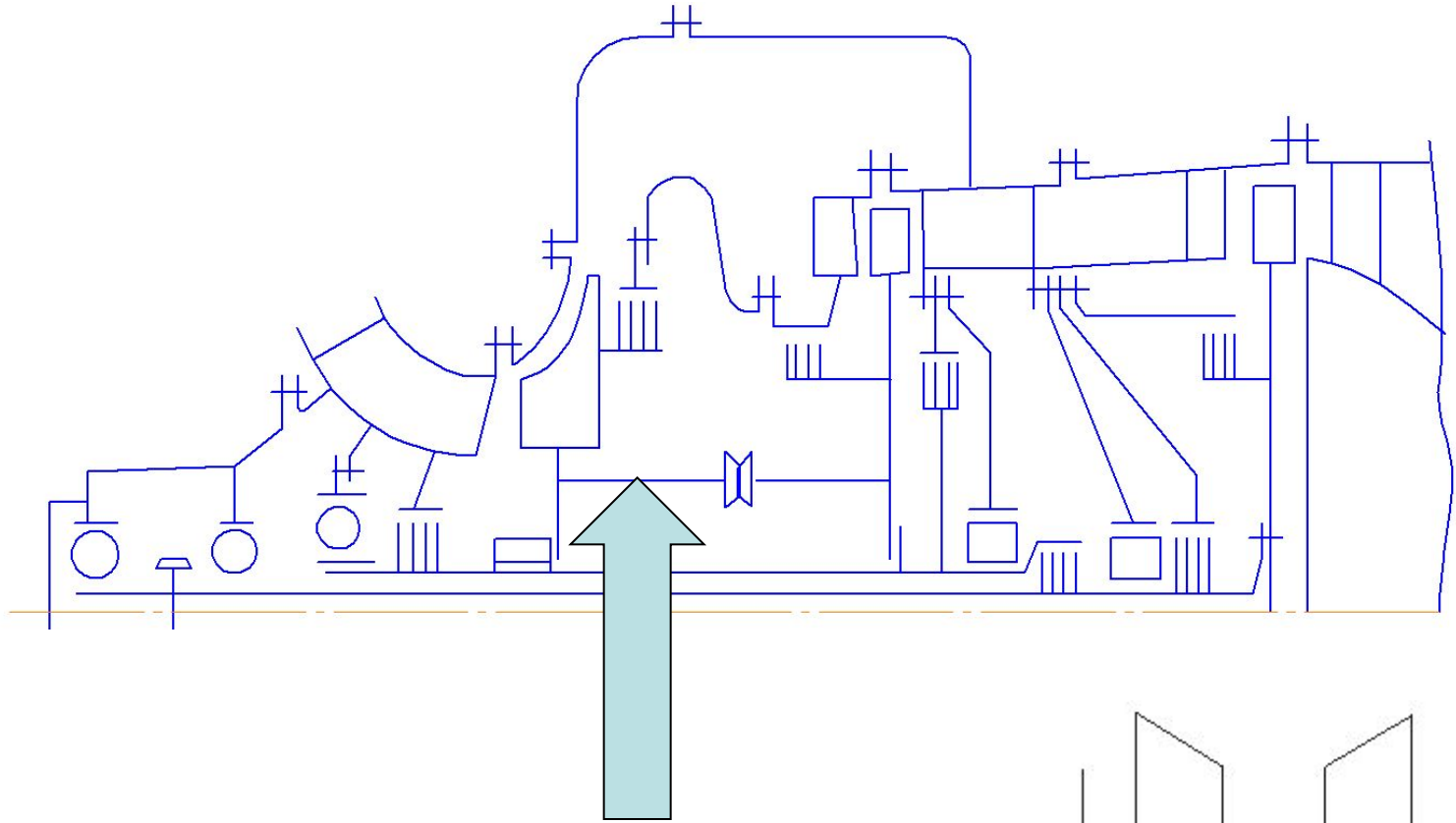
**КОНСОЛЬНАЯ  
ТУРБИНА СД**

ТРД АМ ТРД-01

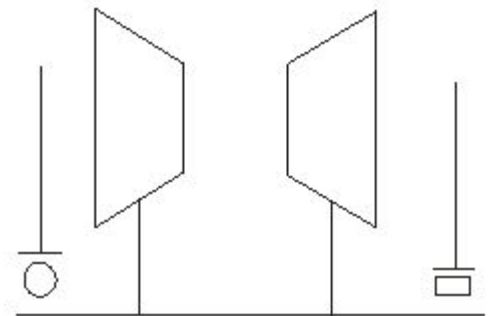




# ДВУХОПОРНЫЙ РОТОР ТВаД АИ-450

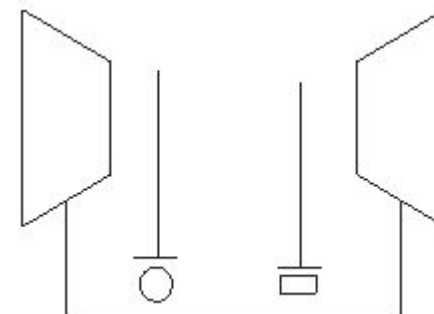
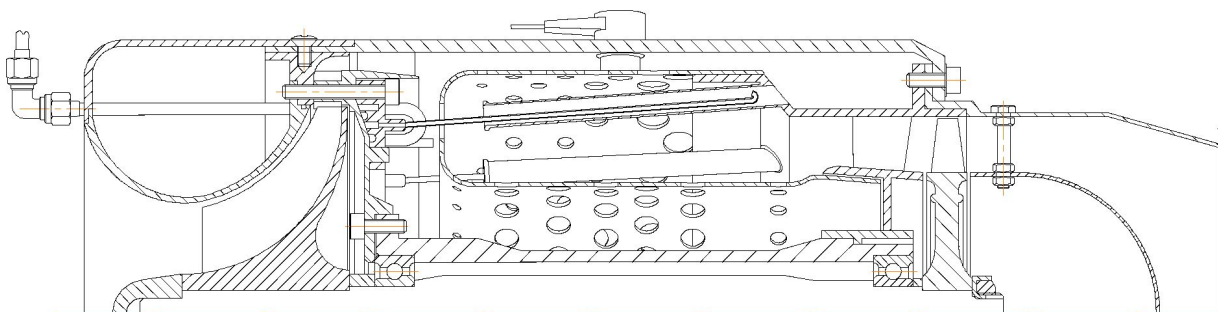


**РОТОР ГГ В ПРОЛЕТЕ  
МЕЖДУ ОПОРАМИ**



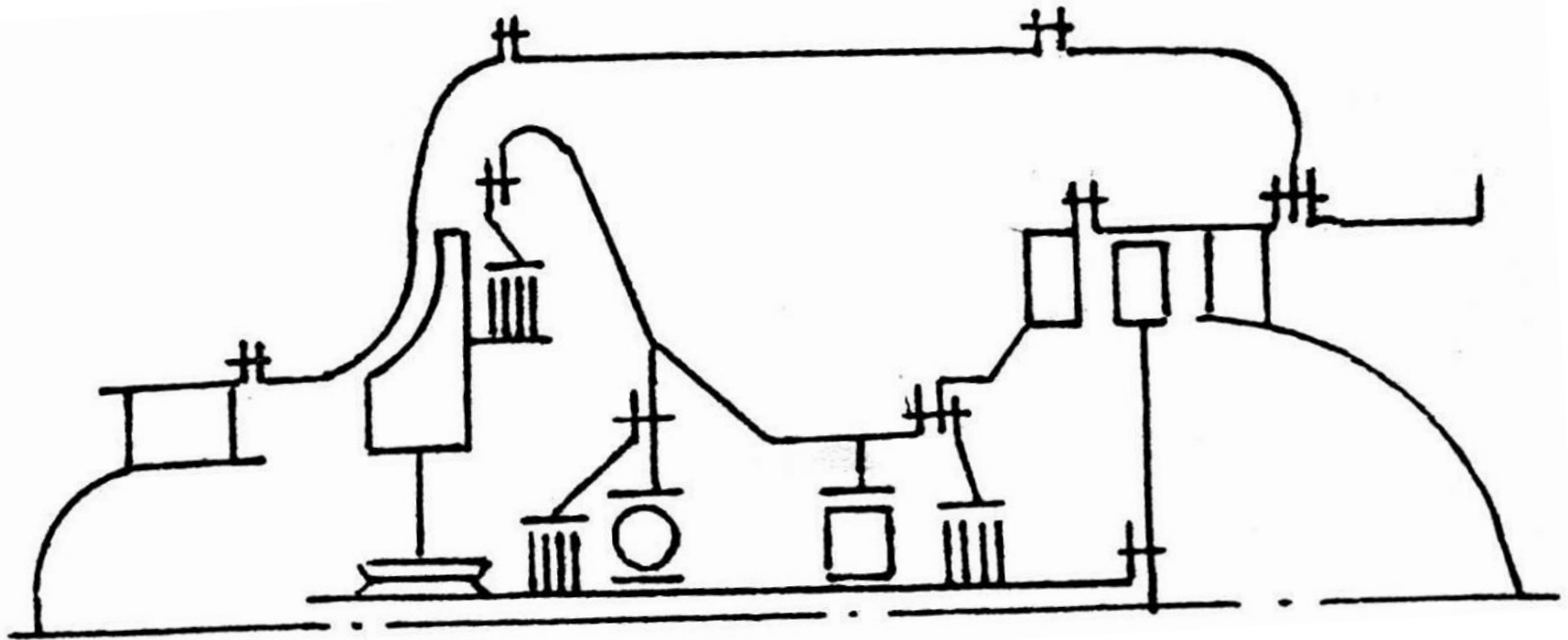
# КОНСОЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ КОМПРЕССОРА И ТУРБИНЫ

## JetCat P200

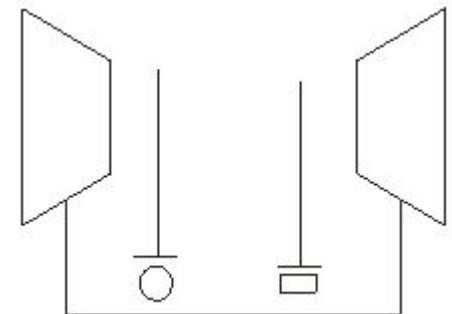


Максимальная тяга, Н <b>230 (112 000 об/мин)</b>	
Тяга малого газа, Н <b>90 (33 000 об/мин)</b>	
Степень повышения давления <b>4</b>	
Расход воздуха, кг/с <b>0,45</b>	

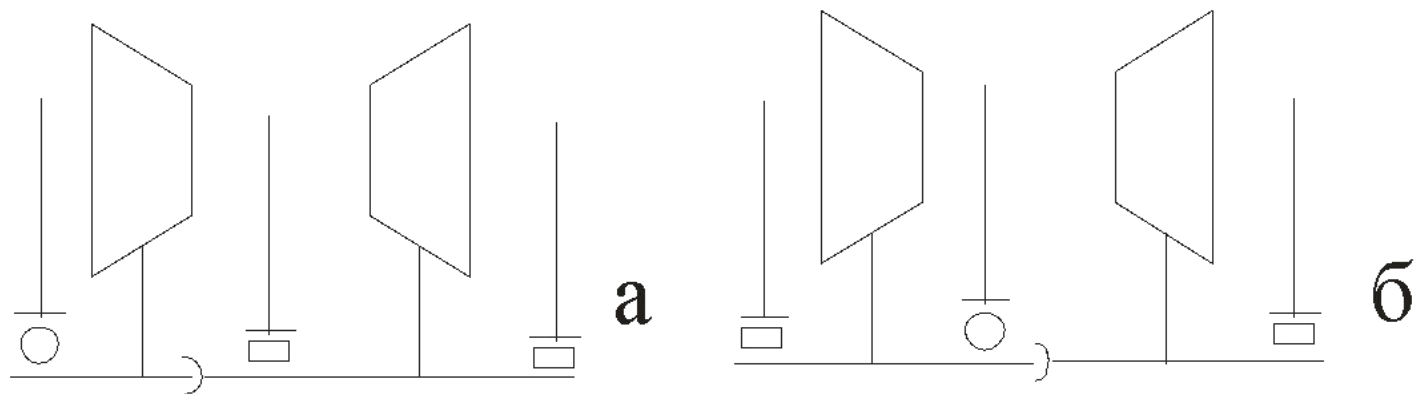
# КОНСОЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ КОМПРЕССОРА И ТУРБИНЫ



**ВСУ АИ-9В**



# ТРЕХОПОРНЫЕ РОТОРА



Расположение роторов ОК и ГТ в пролете между опорами



Консольное расположение  
ротора ОК

Консольное расположение  
ротора ГТ

# АНАЛИЗ ТРЕХОПОРНЫХ РОТОРОВ

Радиально-упорный подшипник желательно ставить ближе к узлу, где осевое смещение ротора влияет на осевой зазор. Обычно РУП ставится в районе средней опоры двигателя.

Достоинство – повышенная жесткость ротора.

Недостатки –

1. Система один раз статически неопределима, если ротора ОК и ГТ соединены жестко.
2. Повышенные требования к соосности опор.

Для того, чтобы система была статически определима, в узел соединения вводят шарнир, а крутящий момент передается через шлицы.

Схема а. Достоинство – удобство доступа к РУП в процессе эксплуатации с целью его осмотра и дефектации.

Недостаток – большое удлинение ротора в районе турбины.

Пример – ГТД 3Ф, ТВД-10Б.

Схема б. Достоинство – оптимальное распределение удлинения по оси ротора. Пример – АЛ-21Ф-3, КНД Д-30, Д-30КУ (если не учитывать межвального подшипника).

Схемы в, г. Достоинство – уменьшается расстояние между опорами и, следовательно, повышается жесткость ротора и возрастают критические обороты.

Недостаток – наличие консольных участков требует увеличенных радиальных зазоров по лопаткам, что приводит к снижению КПД.

# ТРЕХОПОРНЫЙ ТВД АИ-24

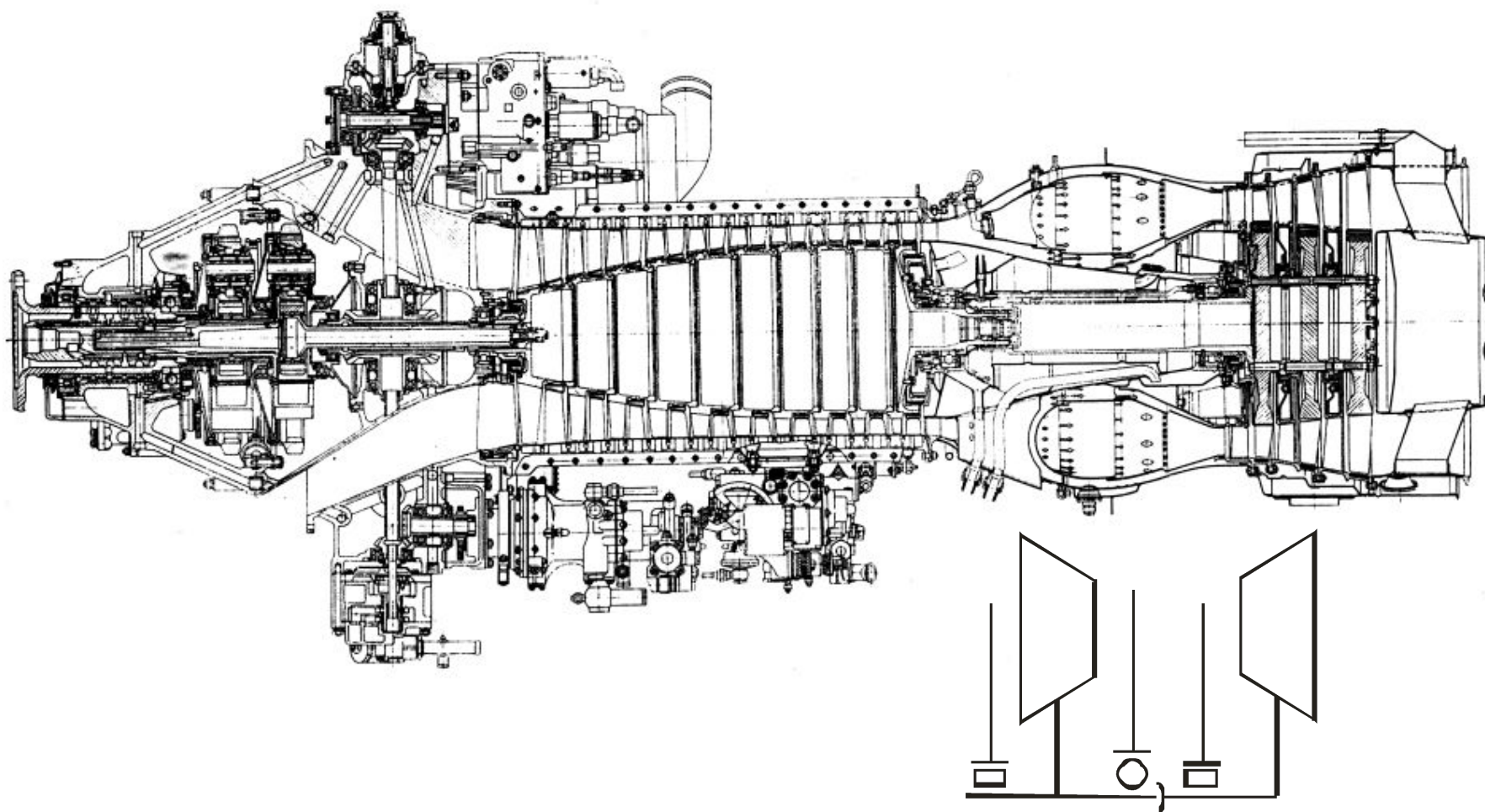


СХЕМА С КОНСОЛЬНОЙ ТУРБИНОЙ

# ТРЕХОПОРНЫЙ ТРД РД-3М

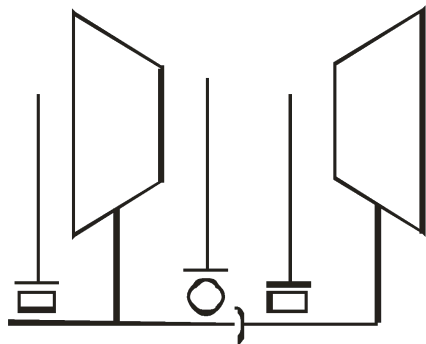
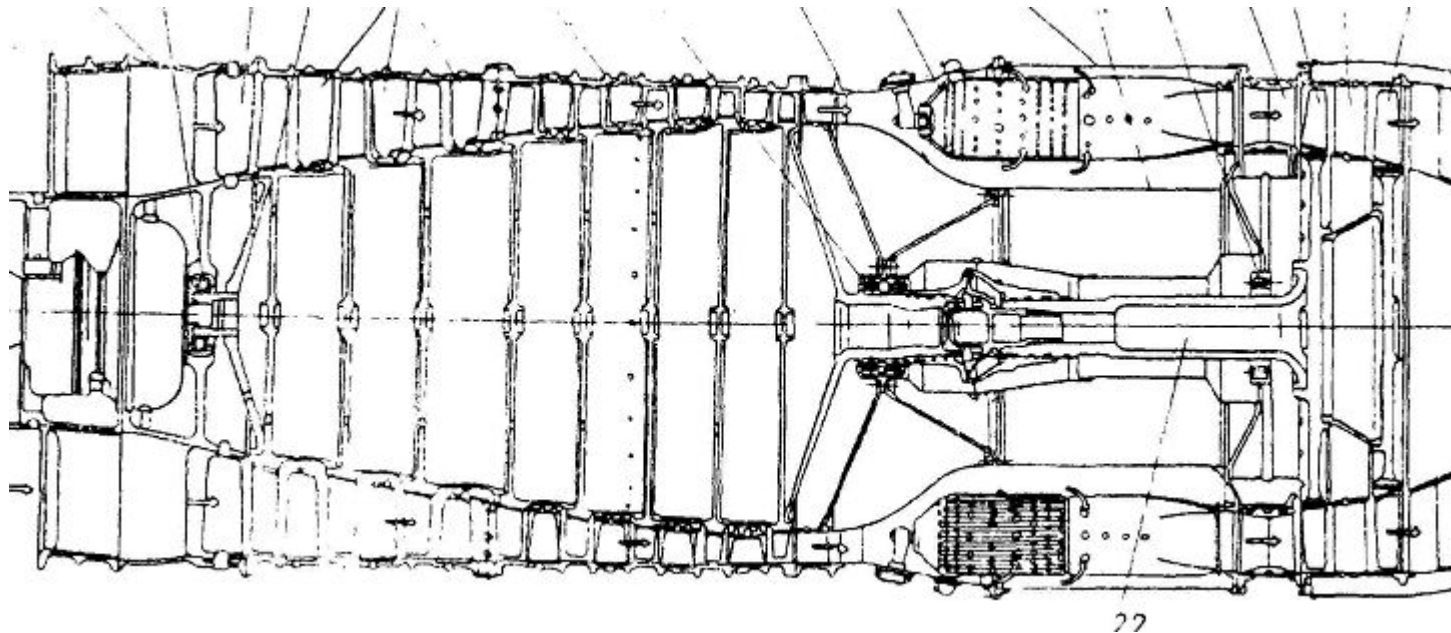
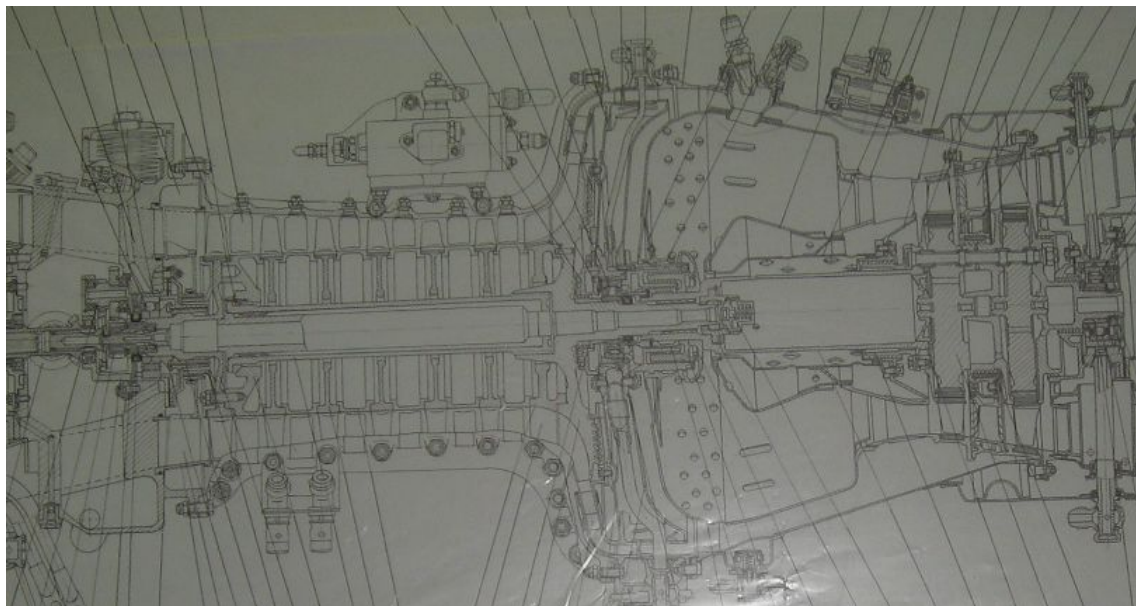


СХЕМА С КОНСОЛЬНОЙ ТУРБИНОЙ

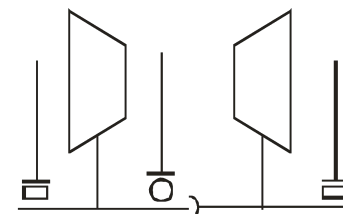
# ТРЕХОПОРНЫЕ РОТОРА ТВад



**ГТД-3Ф**



**Кафедра КиПДЛА**



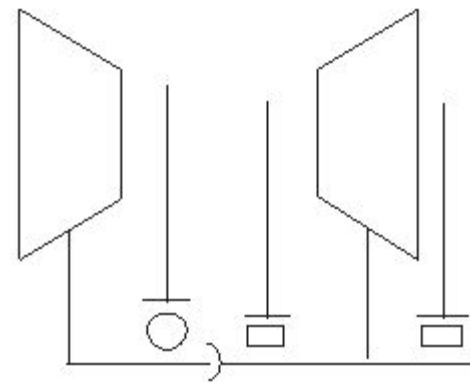
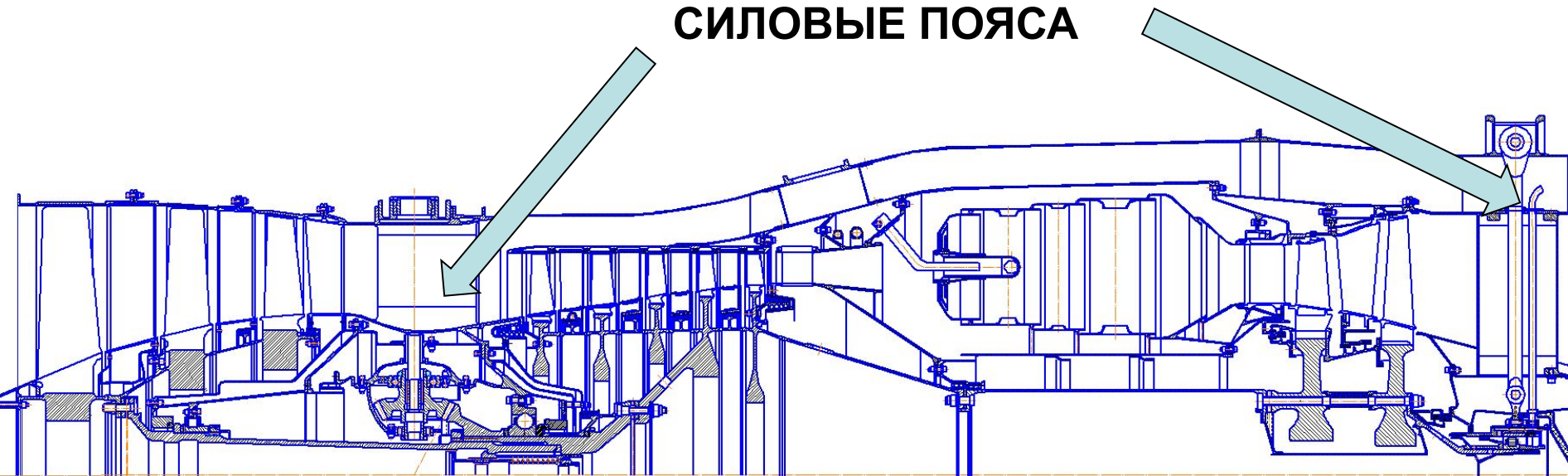
**РОТОРА ОК И ГТ  
В ПРОЛЕТАХ  
МЕЖДУ ОПОРАМИ**



# ТРЕХОПОРНЫЙ РОТОР М-53

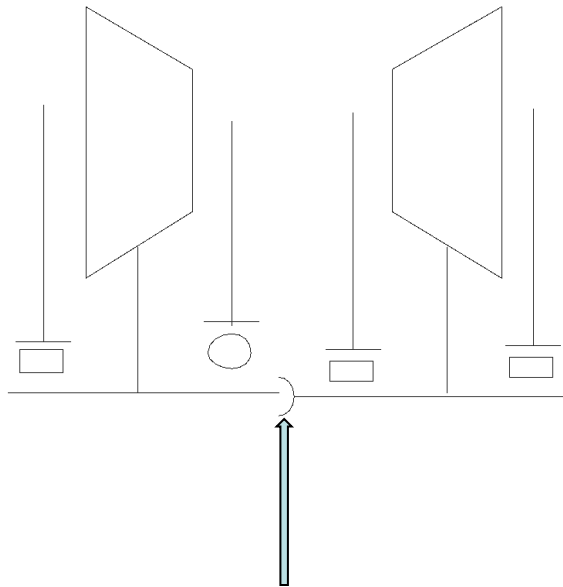
## ОДНОВАЛЬНЫЙ ТРДД

СИЛОВЫЕ ПОЯСА



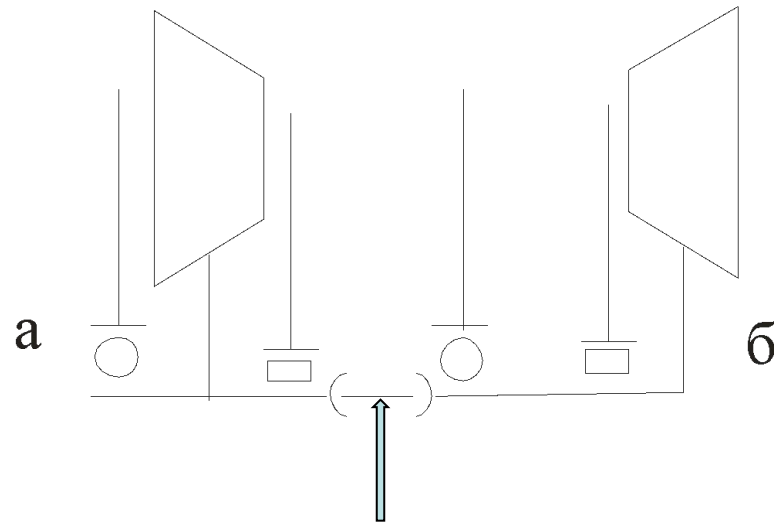
# ЧЕТЫРЕХОПОРНЫЕ РОТОРА

## СХЕМА С ОДНИМ РУП



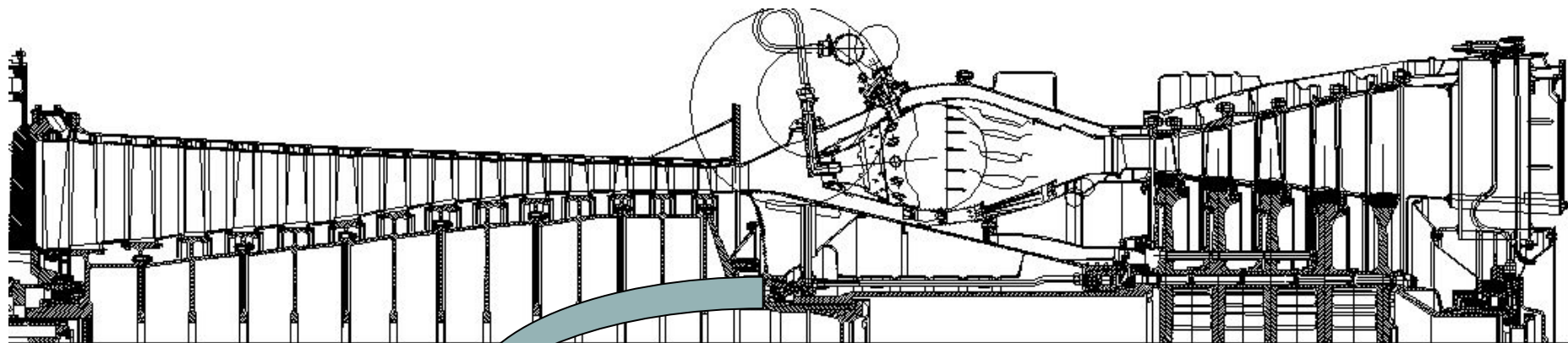
УЗЕЛ ОСЕВОЙ  
СТЯЖКИ РОТОРОВ

## СХЕМА С ДВУМЯ РУП



СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ  
РЕССОРА

# ЧЕТЫРЕХОПОРНЫЙ ТВД НК-12 СО СТЯЖКОЙ РОТОРОВ ОК И ГТ



РУП

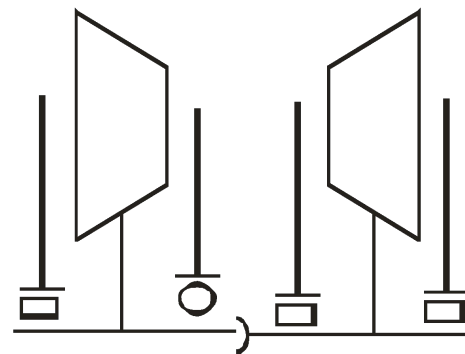


СХЕМА С ОДНИМ РУП

# ЧЕТЫРЕХОПОРНЫЙ РОТОР С СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ РЕССОРОЙ

Кафедра КиПДЛА

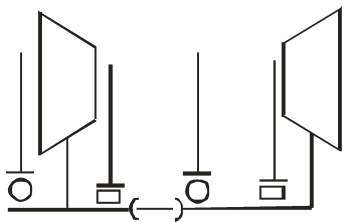
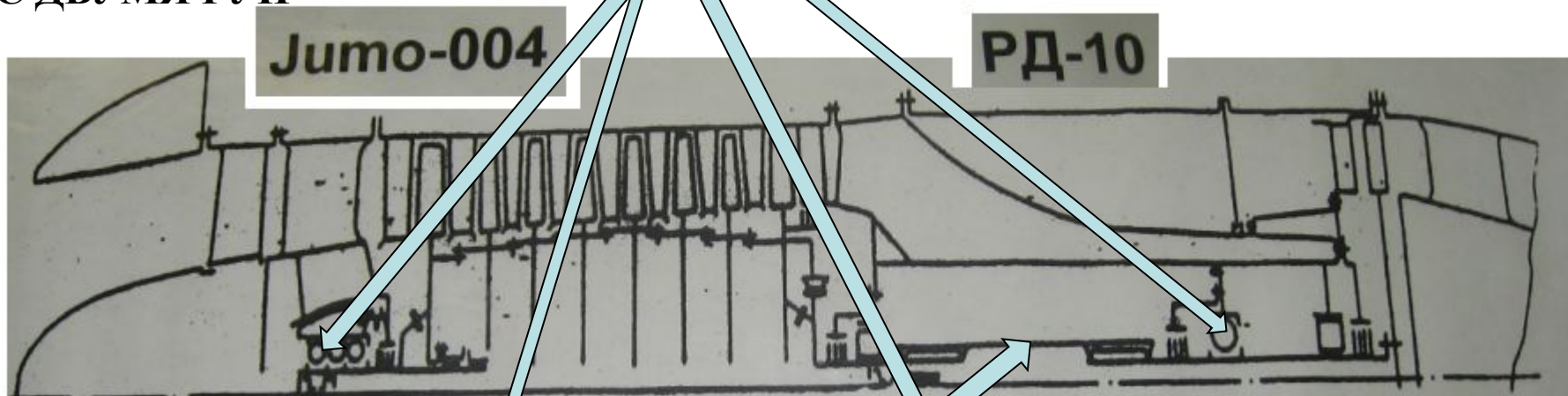


СХЕМА  
С ДВУМЯ РУП

РУП



BMW-003

РЕССОРА

РД-20

