

# **Основные сведения о ГТД**

## **Классификация газотурбинных двигателей**

**1. Турбореактивные двигатели (ТРД)**

**2. Турбовинтовые двигатели (ТВД)**

**3. Двухконтурные двигатели (ДТРД)**

## **ЛИТЕРАТУРА**

- Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М. Теория воздушно-реактивных двигателей.–ч.1.–М.:Машиностроение, 1977.**
- Вагин А.Н., Неспела А.Н. и др. Теория авиационных двигателей. – ч.2. – М.: Воениздат, 1968.**
- Кулагин И.И. Основы теории авиационных газотурбинных двигателей.– М.: Воениздат, 1968.**

# 1. Турбореактивные двигатели (ТРД)

ТРД (Рис. 1 и 2) - имеют широкое распространение в силовых установках летательных аппаратов и позволяют получать большую скороподъемность и скорость полета, значительно превосходящую скорость звука. Они надежны в работе и имеют большой ресурс.

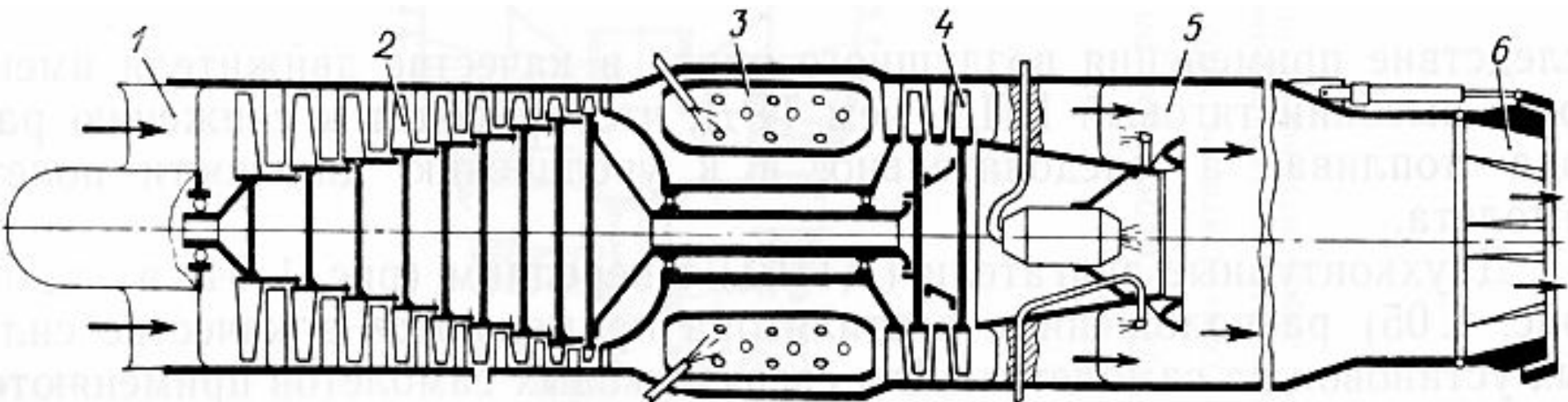
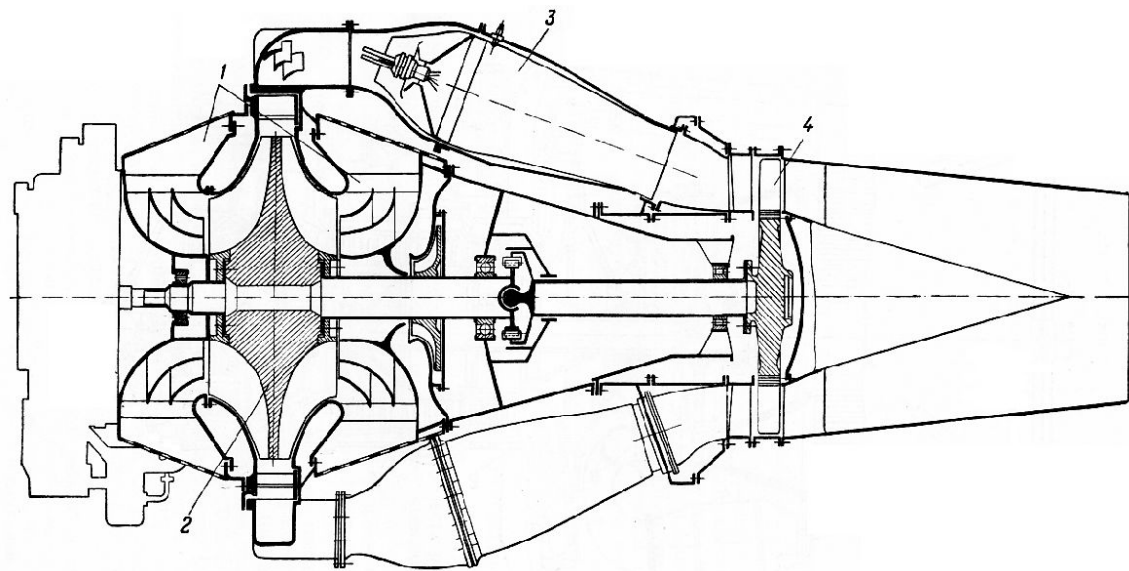
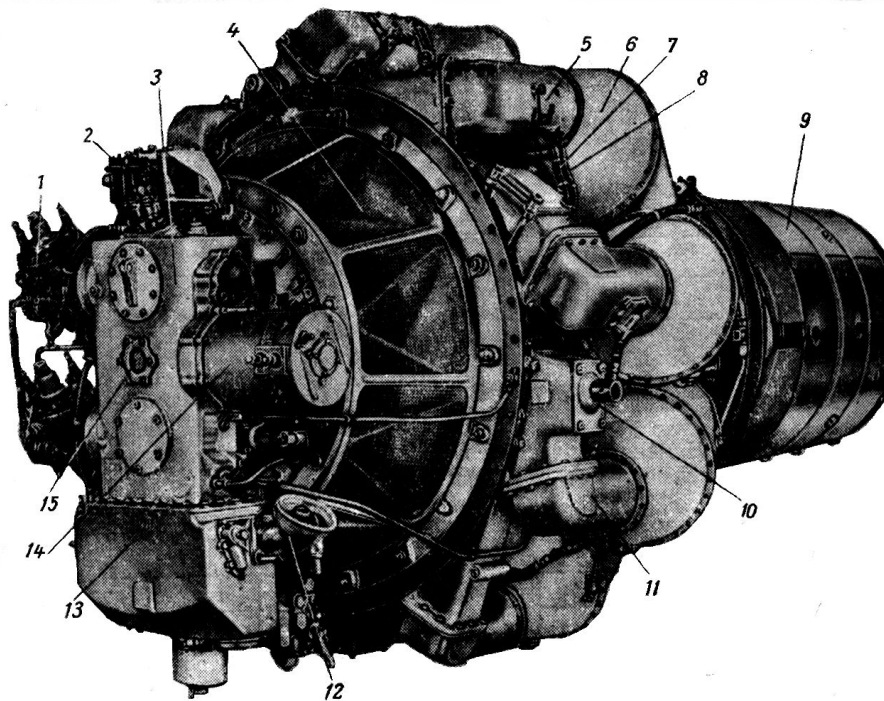


Рис. 1. Схема турбореактивного двигателя с осевым компрессором и форсажной камерой: 1 – входная часть; 2 – осевой компрессор; 3 – камера сгорания; 4 – турбина; 5 – форсажная камера, 6 – реактивное сопло.

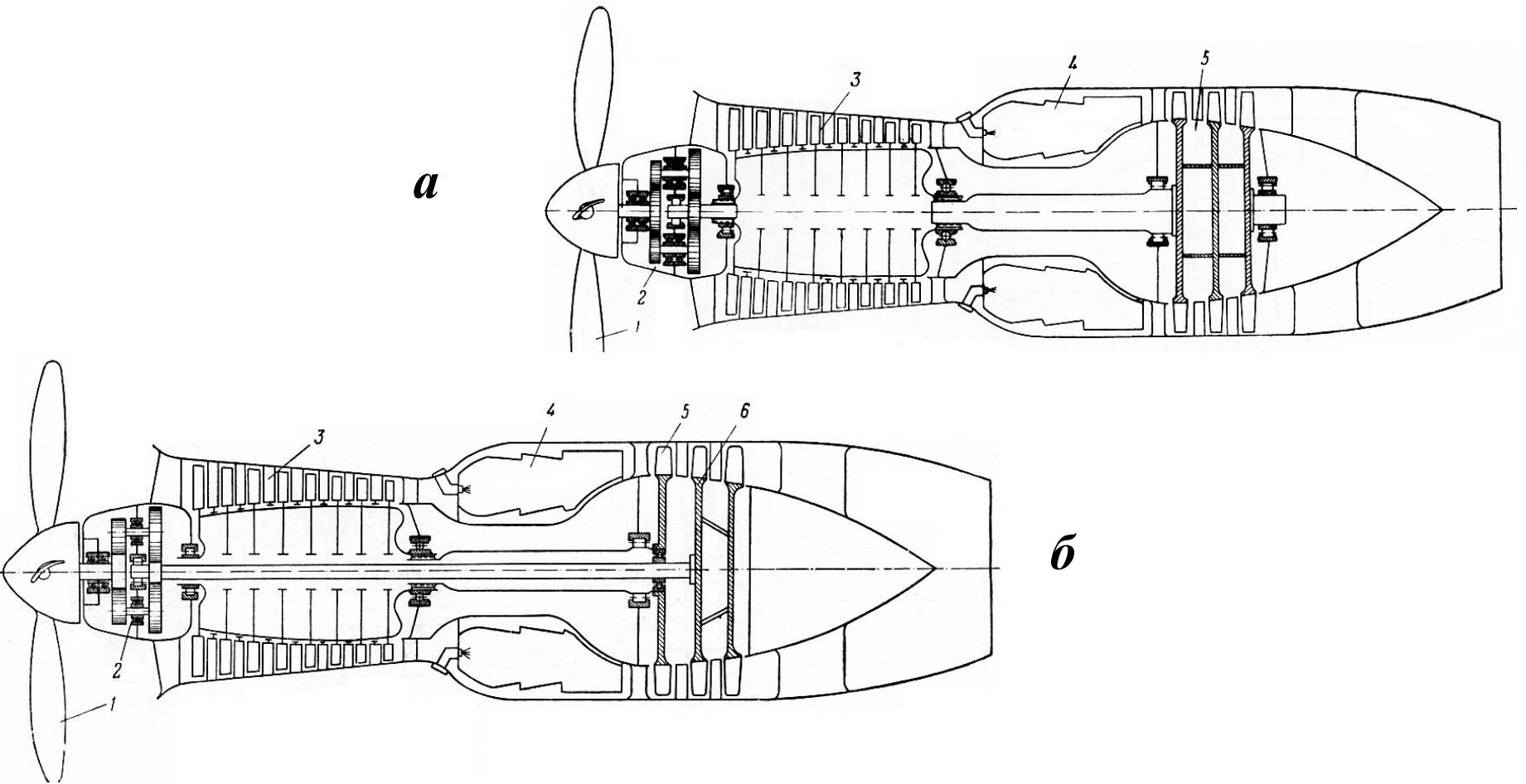


**Рис.2. Схема ТРД двигателя с центробежным компрессором**  
**1– входное устройство,**  
**2– центробежный компрессор,**  
**3– камера сгорания,**  
**4– турбина,**  
**5– реактивное сопло**



**Рис.2,а. Общий вид ТРД с центробежным компрессором.**

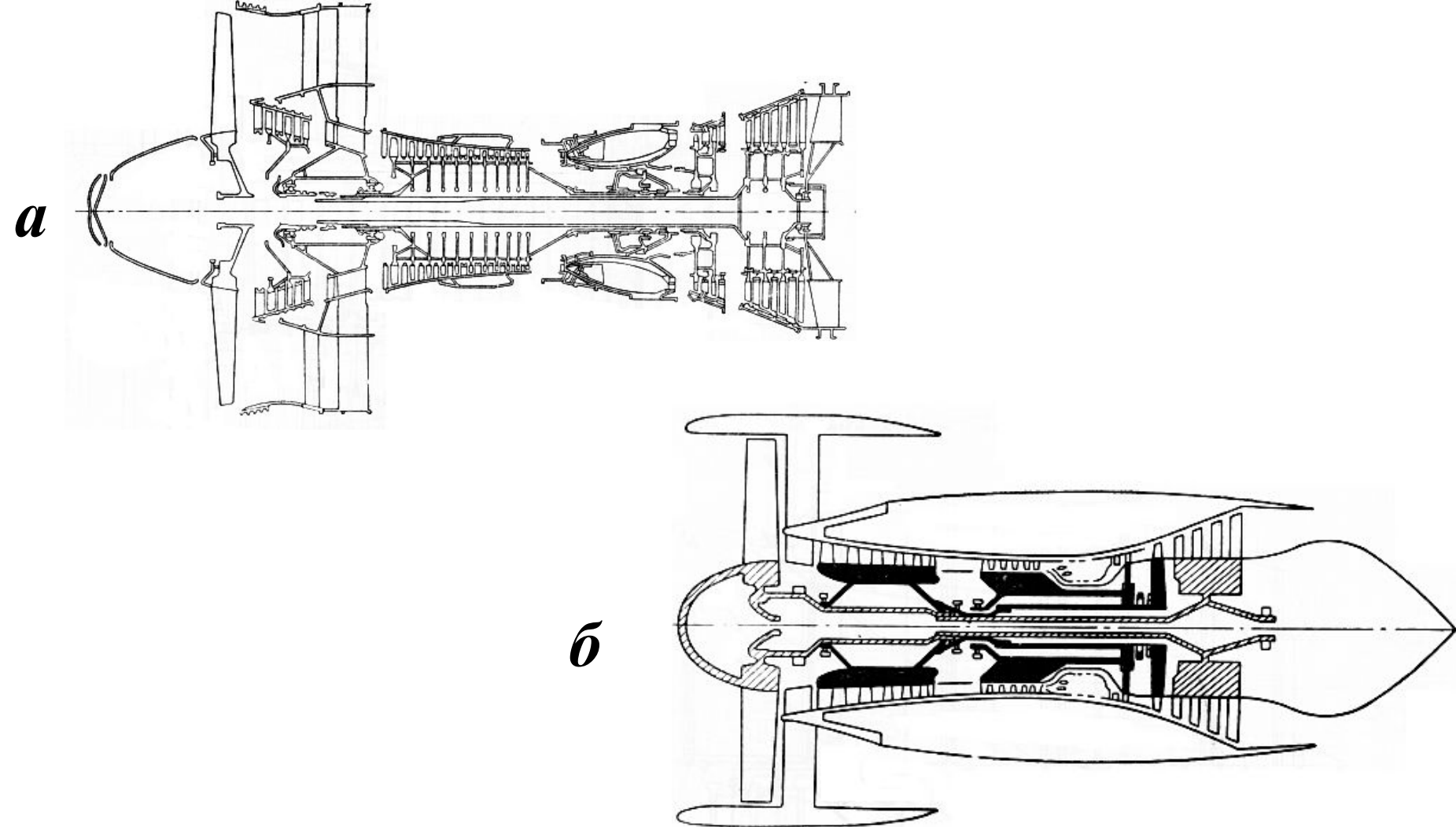
# Турбовинтовые двигатели (ТВД)



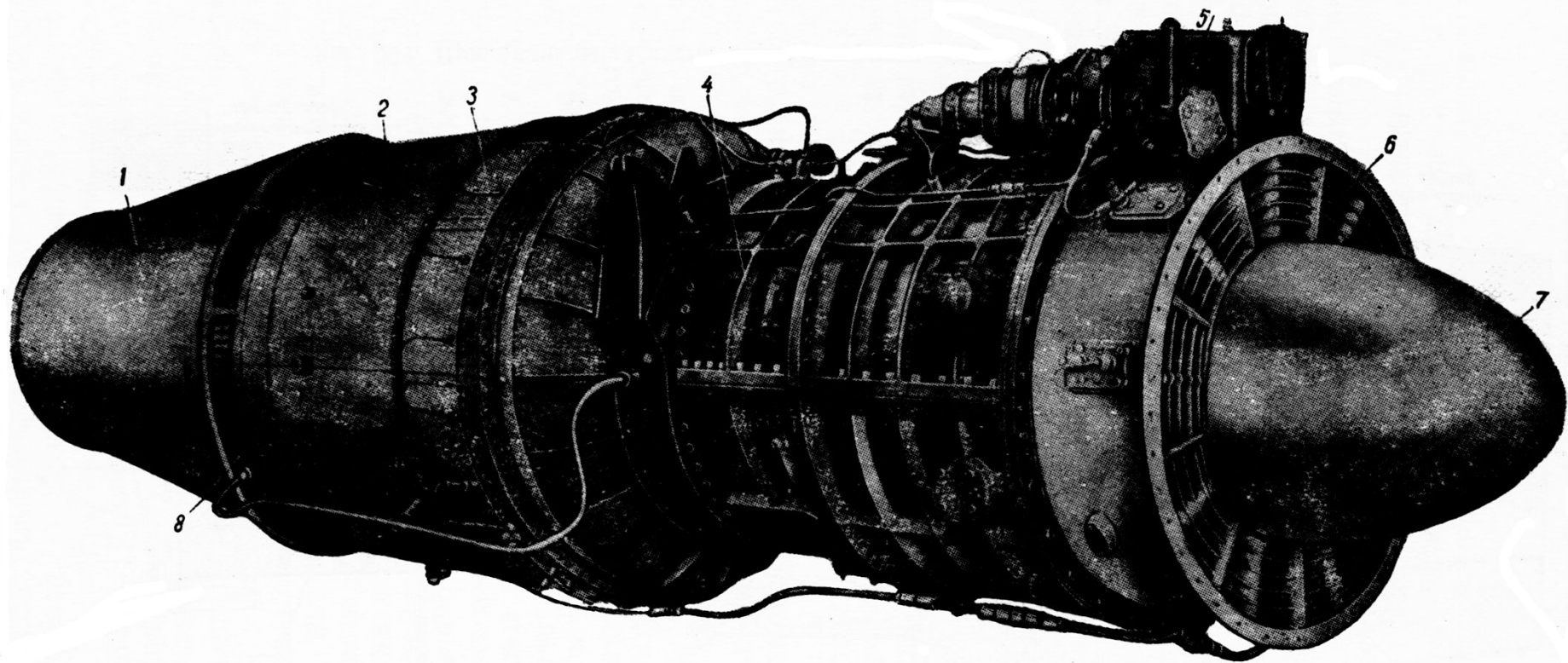
**Рис. 3. Схемы ТВД. а – с общей турбиной, б – с отдельными турбинами.**  
**1– воздушный винт; 2– редуктор числа оборотов; 3– компрессор; 4– камера сгорания; 5– турбина; 6– турбина винта.**

## **Двухконтурные двигатели (ДТРД)**

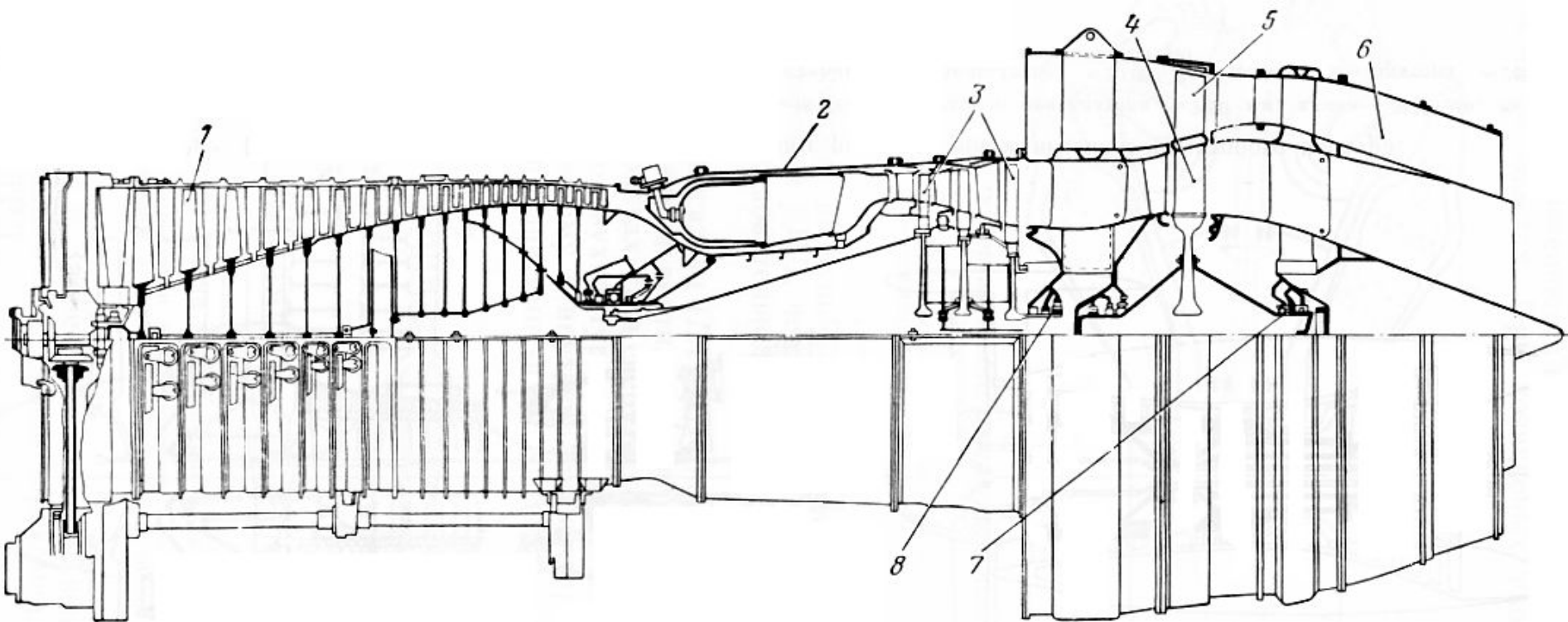
**Двухконтурные двигатели (ДТРД) с передним (рис. 4) и задним: (рис. 5) расположением вентилятора нашли в настоящее время на самолётах различного назначения. Для сверхзвуковых самолетов применяются двигатели со степенью двухконтурности (отношение количеств воздуха, проходящего по наружному и внутреннему контурам)  $m = 2$ , а для дозвуковых самолетов в зависимости от их назначения – со степенью двухконтурности от 3 до 8.**



**Рис.4. Схемы ДТРД с передним расположением вентилятора второго контура:**  
***a*** – двухконтурный двухвальный двигатель, расчлененный на узлы  
***б*** – трехвальный двухконтурный двигатель



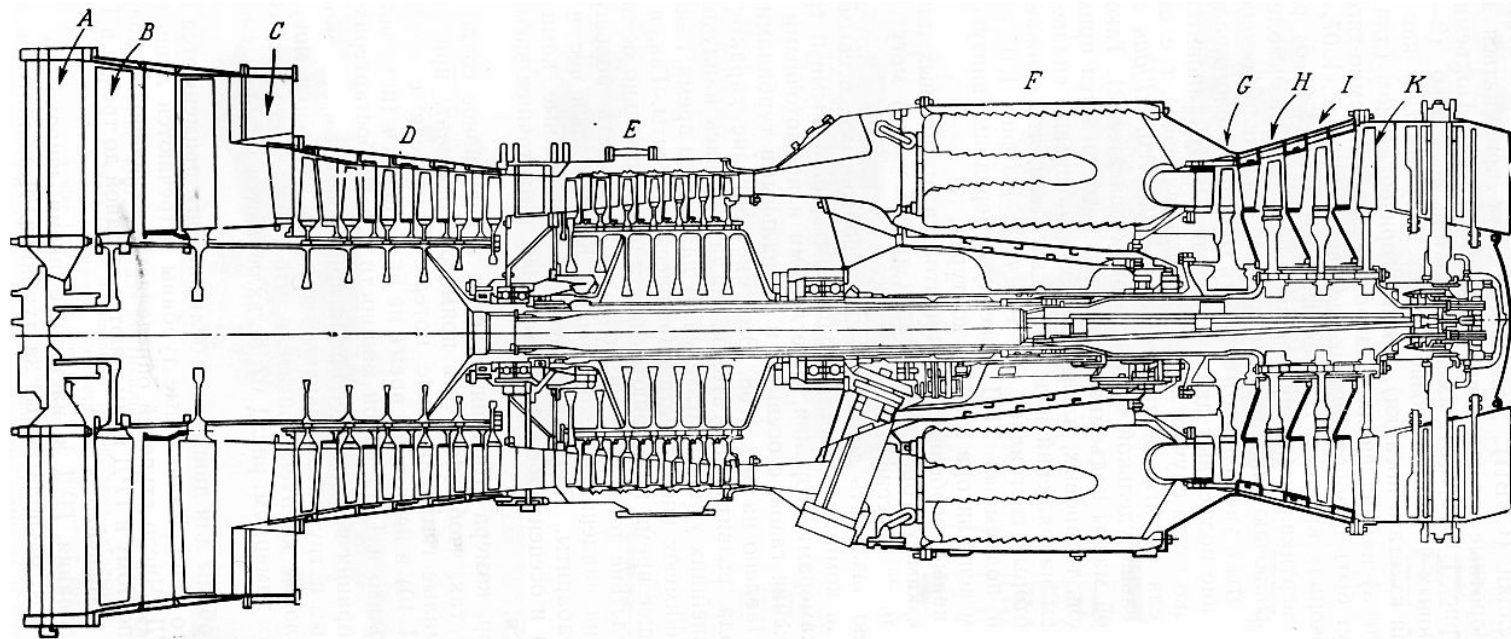
**Рис.5. Общий вид двухконтурного турбореактивного двигателя**  
**1 – реактивное сопло; 2 – кожух камеры сгорания; 3 – форсунка; 4 – корпус компрессора; 5 – картер привода вспомогательных агрегатов; 6 – вход воздуха в компрессор; 7 – обтекатель; 8 – вход воздуха в компрессор второго контура.**



**Рис.5а. Схема ДТРД с задним расположением вентилятора второго контура:**  
**1 – 17-ступенчатый компрессор; 2 – камера сгорания; 3 – трехступенчатая турбина; 4 – турбина турбовентиляторной приставки; 5 – вентилятор турбовентиляторной приставки; 6 – воздушный контур турбовентиляторной приставки; 7,8 – задний и передний подшипники турбовентиляторной приставки.**



**На рис. 6 показан двухконтурный двигатель с двухступенчатым вентилятором, расположенным; впереди компрессоров среднего и высокого давления**



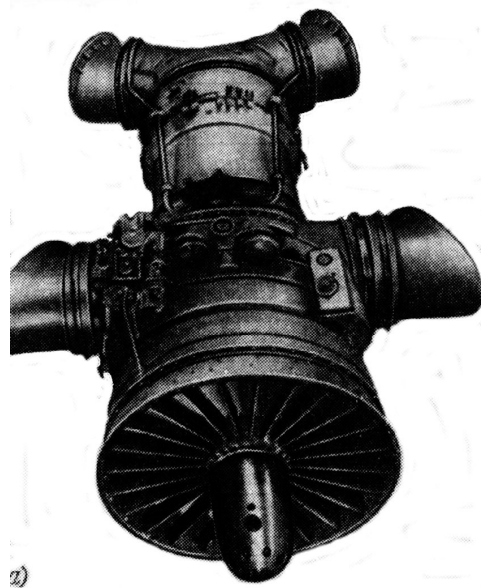
**Рис.6. Схема ДТРД с передним расположением вентилятора второго контура:**

**A – лопатки входного направляющего аппарата, B – двухступенчатый вентилятор, C – выход воздуха из первого контура в атмосферу, D – 6-ступенчатый компрессор среднего давления, E – 7-ступенчатый – компрессор высокого давления, F— камера сгорания; G – одноступенчатая турбина, приводящая компрессор высокого давления, H, I, K – три ступени турбины, приводящей двухступенчатый вентилятор и компрессор среднего давления**

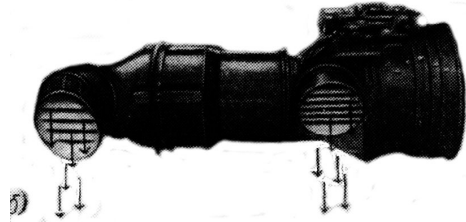
**ГТД** применяются в силовой установке самолетов вертикального взлета и посадки (СВВП). Для этого могут применяться подъемно-тяговые, поворотные тяговые и подъемные двигатели. Подъемно-тяговые двигатели (рис.7, а, б, в), имеют одно или несколько (2 – 4) поворотных сопловых устройств, позволяющих получить тягу как в вертикальном (для взлета и посадки), так и в горизонтальном (для горизонтального полета) направлениях. Разновидностью подъемно-тяговых двигателей могут быть поворотные тяговые двигатели (рис.7г), укрепленные на концах крыльев.

- Подъемные ТРД (рис.7д) развивают тягу только в вертикальном направлении и после взлета самолета (через 1 – 1,5 мин) выключаются. При этом тяговые двигатели постепенно увеличивают обороты и увеличивают скорость горизонтального полета самолета.
- Применение подъемных двигателей для СВВП становится целесообразным только в том случае, когда их удельная масса, т. е. отношение массы двигателя к тяге, не превышает  $\sim 0,05 - 0,07$  кг/дан тяги (что в 3 – 4 раза меньше удельной массы тяговых двигателей). Такое уменьшение удельной массы подъемных двигателей достигается применением стеклопластиков, титановых, алюминиевых и магниевых сплавов, а также увеличением напряжений в деталях двигателя, что снижает ресурс их работы (который составляет 50 – 100 час). На рис.7, е показан двухконтурный подъемный ТРД (вверху с передним, внизу с задним расположением вентилятора второго контура).

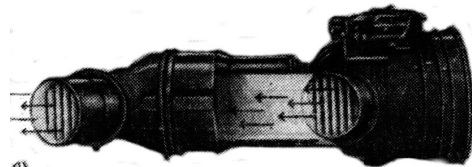
**Рис.7. ТРД для вертикального взлета и посадки:**



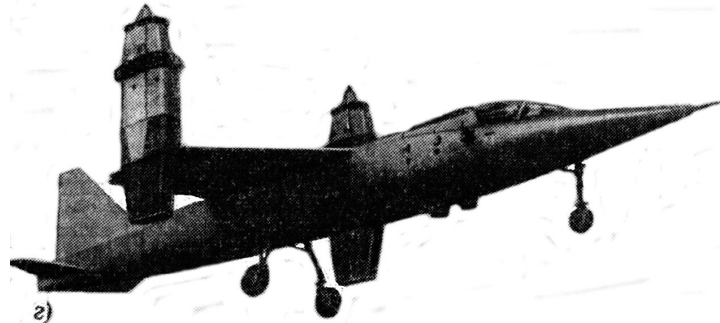
а)



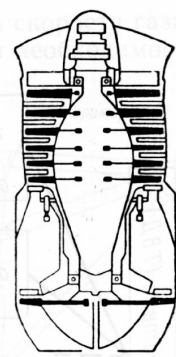
б)



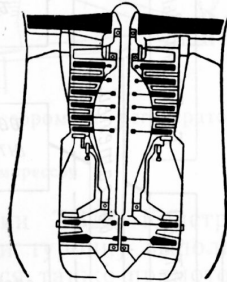
в)



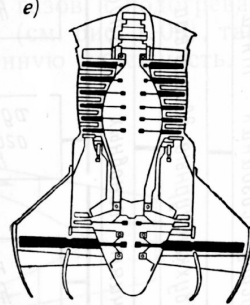
г)



а)

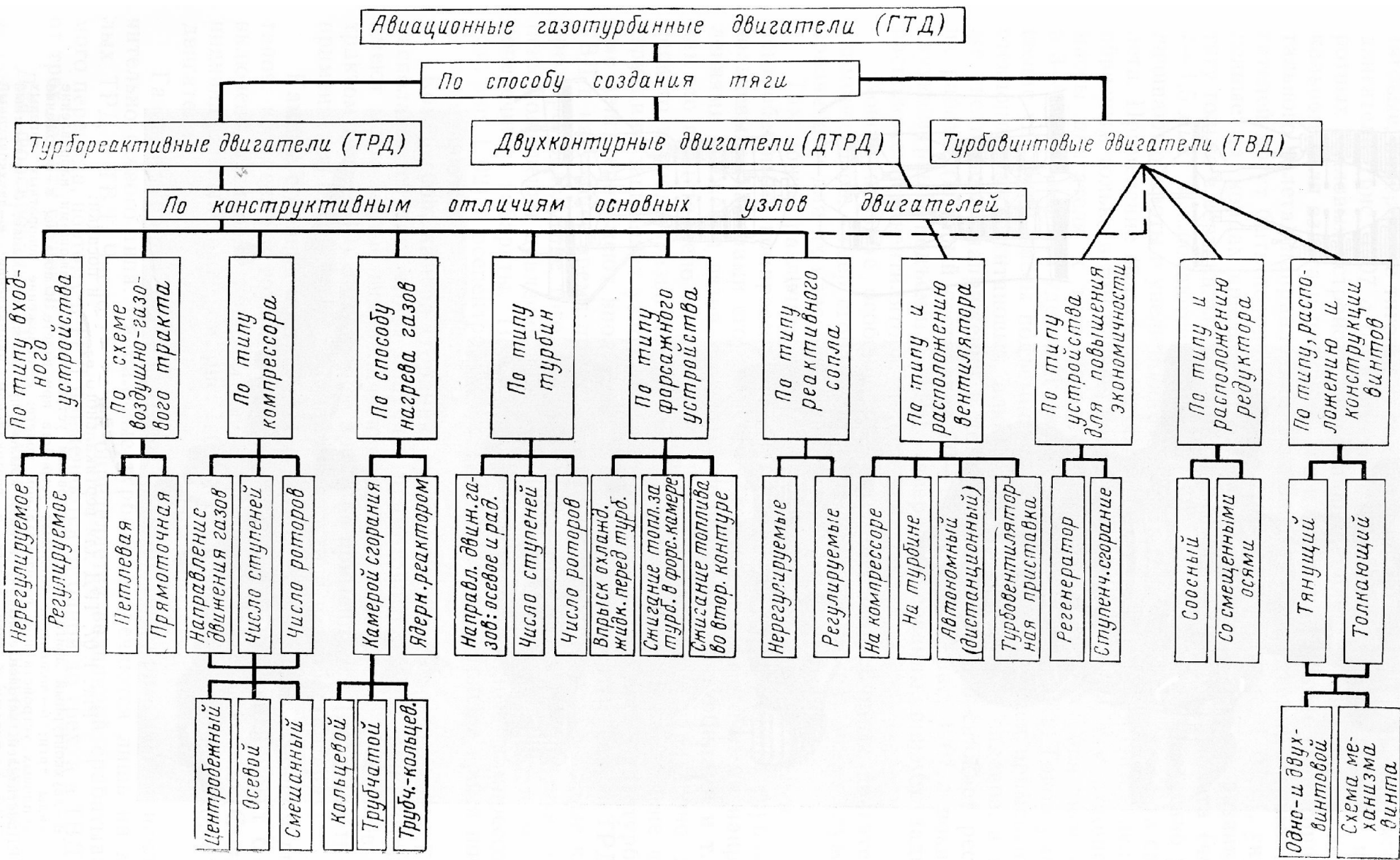


б)



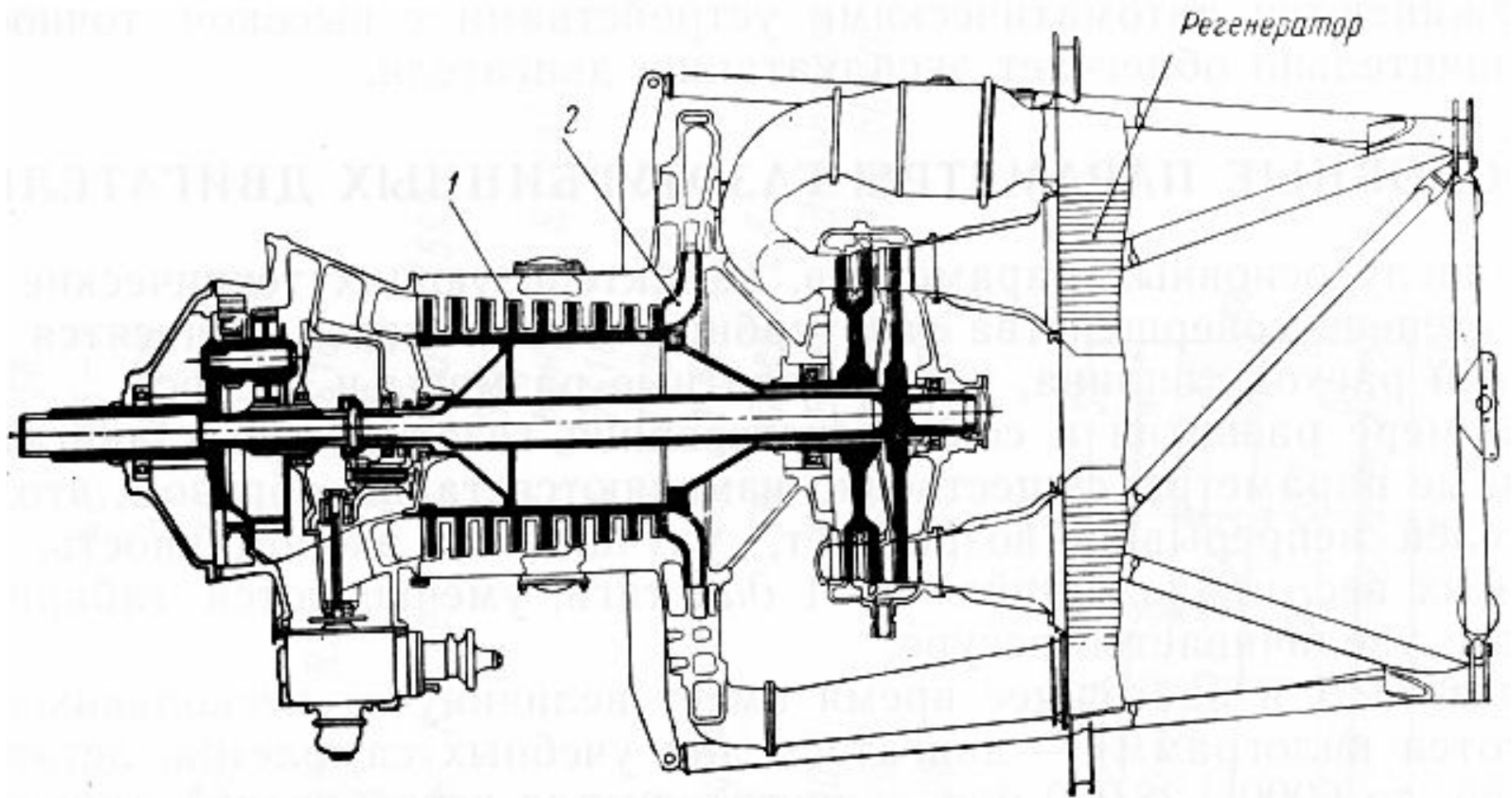
а– двухконтурный двигатель с 4- сопловыми устройствами, меняющими направление силы тяги; б–положение сопловых устройств при взлете и посадке; в– положение сопловых устройств при горизонтальном полете; г–положение поворотных тяговых двигателей, установленных на концах крыльев при взлете и посадке; д– подъемный ТРД, развивающий тягу только в вертикальном направлении; е – двухконтурный подъемный двигатель, вверху с передним, внизу с задним расположением вентилятора второго контура

# Рис.8. Классификация авиационных газотурбинных двигателей



**Так можно различать двигатели с центробежными, осевыми и осецентробежными компрессорами, с трубчатыми, кольцевыми и трубчато-кольцевыми камерами сгорания, с петлевыми и прямоочными направлениями движения газов, с осевыми и радиальными турбинами и т. д., как это представлено на рис. 8. Это многообразие характерно для первого периода развития двигателей, когда искались наилучшие конструкции главнейших узлов двигателей. В настоящее время газотурбинные двигатели имеют вполне установившиеся элементы.**

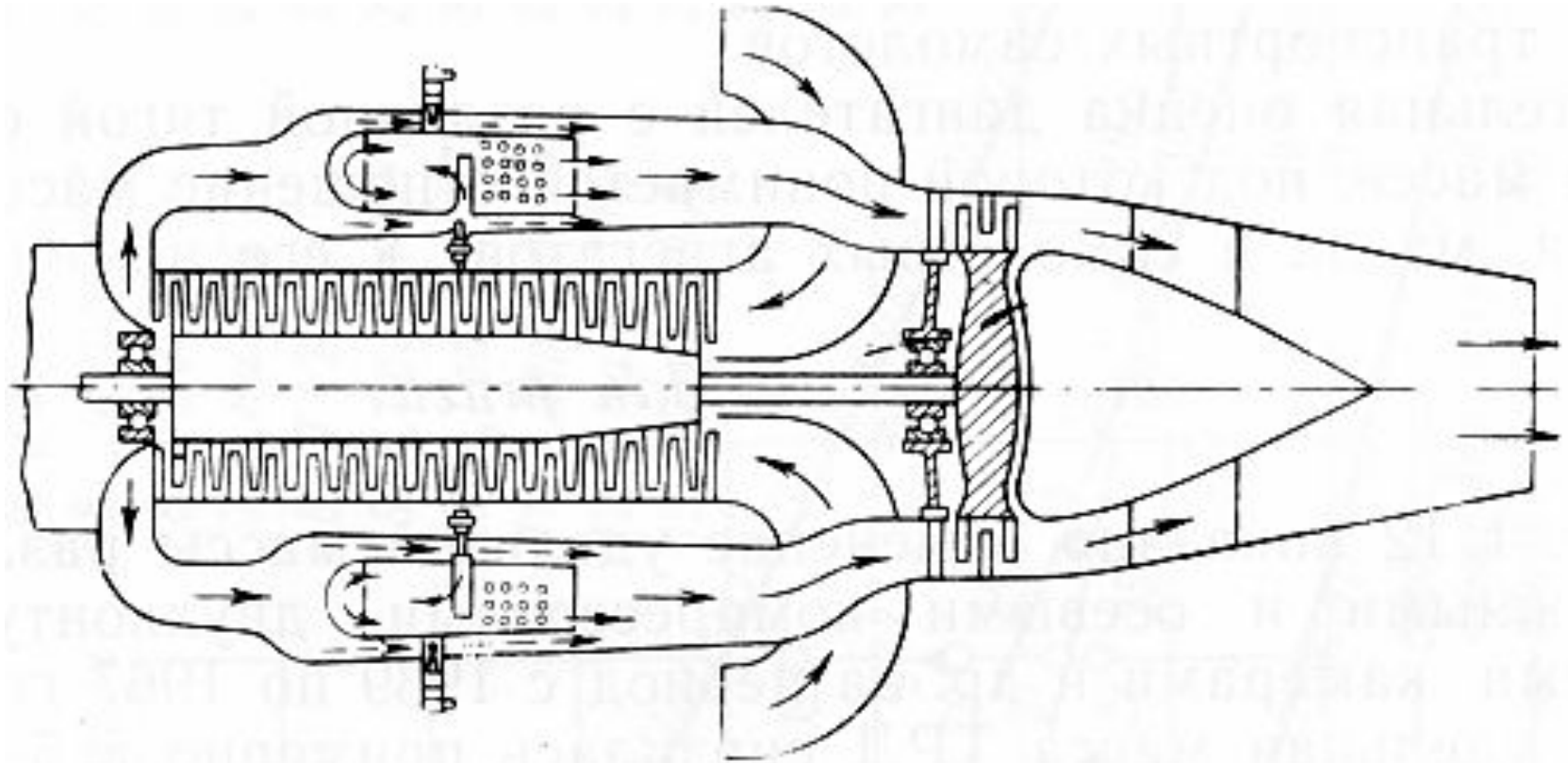
**В ТРД и ТВД в настоящее время применяются почти исключительно осевые компрессоры вследствие того, что они позволяют получить большую степень повышения давления, имеют высокий КПД, малый вес и малые поперечные габариты. По этой причине центробежные компрессоры (см. рис.2) и осецентробежные (рис.9) в настоящее время почти не применяются. Компрессор, камера сгорания, турбина и реактивное сопло в ГТД располагаются так, чтобы получить прямоочный тракт, при котором имеют место малые гидравлические потери.**



**Рис.9. Схема ТВД с осецентрибежным компрессором и регенератором-теплообменником:**

**1 – осевой компрессор; 2 – центробежный компрессор**

**Двигатели с «петлевым» трактом (рис. 10) в настоящее время не применяются (петлевой тракт применяется только в ТВД малой мощности и в турбостартерах).**



**Рис. 10. Схема ТРД с петлевым движением воздуха и индивидуальными камерами сгорания, расположенными вокруг компрессора**

- **Камеры сгорания в настоящее время применяются в основном двух типов: кольцевые и трубчато-кольцевые, так как их стенки могут быть включены в силовые корпуса двигателя, что снижает его вес. (Стенки индивидуальных камер, см. рис. 2, не включаются в силовые корпуса двигателя.)**
- **Газовые турбины для двигателей большой тяги применяются исключительно осевого типа. Радиальные турбины встречаются лишь на малых ТРД и ТВД. Число ступеней определяется величиной срабатываемого перепада, поэтому в ТРД применяются от одной до трех, а в ТВД – от трех до пяти ступеней.**
- **Для форсирования ТРД в настоящее время широко применяют форсажные камеры, располагаемые за турбиной. Дополнительная тяга при этом получается за счет введения в форсажную камеру добавочного топлива и повышения в связи с этим температуры и скорости газа, выходящего из реактивного сопла. При этом появляется необходимость в регулируемых реактивных соплах.**



**Наметились основные тенденции в развитии ТВД.**

**Конструкция основных узлов (компрессора, камер сгорания и турбин) выполняется так же, как и в ТРД. Газовый тракт выполняется также прямоточным. Регенераторы для утилизации тепла отходящих газов и подогрева входящего в двигатель воздуха применяются редко (см. рис. 9), так как они имеют большой вес и малую эксплуатационную надежность. В некоторых самолетных установках для снижения лобового сопротивления двигатели устанавливаются внутри крыльев самолета.**

**Характерной особенностью современных ГТД является широкое применение автоматизации, благодаря чему ряд величин, например, температура газов перед турбиной, обороты двигателей и другие параметры, поддерживаются автоматическими устройствами с высокой точностью. Это значительно облегчает эксплуатацию двигателя.**