

Вопросы по предыдущей лекции

Зачем нужны следующие механизмы:

- питательный насос;
- циркуляционный насос;
- сетевой насос;
- главный циркуляционный насос реактора ВВЭР;
- главный циркуляционный насос реактора РБМК;
- ГЦН первого контура реактора БН;
- ГЦН второго контура реактора БН;
- конденсатный насос;
- дымосос;

дутьевой вентилятор?

Вопросы по предыдущей лекции

На каких энергоблоках применяется турбопривод механизмов СН?

На каких энергоблоках не применяется турбопривод механизмов СН?

Перечислите основные преимущества турбопривода перед электроприводом.

Перечислите основные недостатки турбопривода по сравнению с электроприводом.

Почему турбопривод используется именно для питательного насоса?

Вопросы по предыдущей лекции

Рефтинская ГРЭС установленной мощностью 3800 МВт потребляет на СН 6% своей электроэнергии. В данный момент ГРЭС загружена на 80%. Сколько МВт тратится при этом на СН?

На электростанции 2 распределительных устройства: 220 кВ и 500 кВ.

К какому РУ следует подключить РТСН?

Пример. Энергоблок 800 МВт пылеугольной КЭС

Обозначение	$P_{ном}$, кВт	Секция А	Секция Б
КН1	630	1рез	1
КН2	1660	1	1рез
ЦН	4000	1	1
БагН	500	1	1
ШлН	500	—	1
СлН	315	1рез	1
СмН	500	1	—
Д	5000	1	1
ДВ	5000	1	1
ВГД	3150	1	1
М-В	2500	4	4
Тр. 6/0,4	1000	3	3

Примечания:

- 1) Для данного блока применяется 2 питательных насоса мощностью 16000 кВт и частотой вращения 5270 об/мин с турбоприводом.
- 2) На одном валу с каждым питательным турбонасосом через редуктор включен бустерный насос мощностью 1000 кВт.
- 3) Электродвигатель мельницы – синхронный.

Особенности СН п/у ТЭС

- Повышенный расход на СН (до 14%).
- Наличие синхронного электропривода (мельница, мельничный вентилятор).
- Наличие багерных, шламовых, сливных, смывных насосов.

4. Особенности собственных нужд газомазутных ТЭС с ПТУ

Максимальная нагрузка потребителей собственных нужд газомазутных ТЭС с ПТУ (в процентах от установленной мощности станции)

Станция	$P_{сн.max}$
ТЭЦ	5-7 %
КЭС	2,5-5 %

* Чем мощнее станция, тем меньше процент

Пример. Энергоблок 300 МВт газوماзутной КЭС

Обозначение	$P_{ном}$ кВт	А	Б
ПЭН	8000	1рез	-
БЭН	500	1	1+1рез
КН1	200	1+1рез	1
КН2	400	1	1+1рез
ЦН	1000	1	1
НПТ	200	-	1
Д	$\frac{685}{1600}$	1	1
ДВ	$\frac{725}{1250}$	1	1
ВГД	250	1	1
Тр. 6/0,4	1000	2	2

Примечания:

1) Для данного блока применяется 1 питательный насос мощностью 12370 кВт и частотой вращения 5150 об/мин с турбоприводом. В таблице приведен пускорезервный ПЭН.

2) В числителе указаны параметры электродвигателя для первой скорости вращения, в знаменателе – для второй скорости вращения.

Особенности СН г/м ТЭС

- Пониженный расход на СН.
- Более частое применение нерасщепленных ТСН.
- Наличие мазутных насосов.
- Наличие дожимного компрессора (редко).

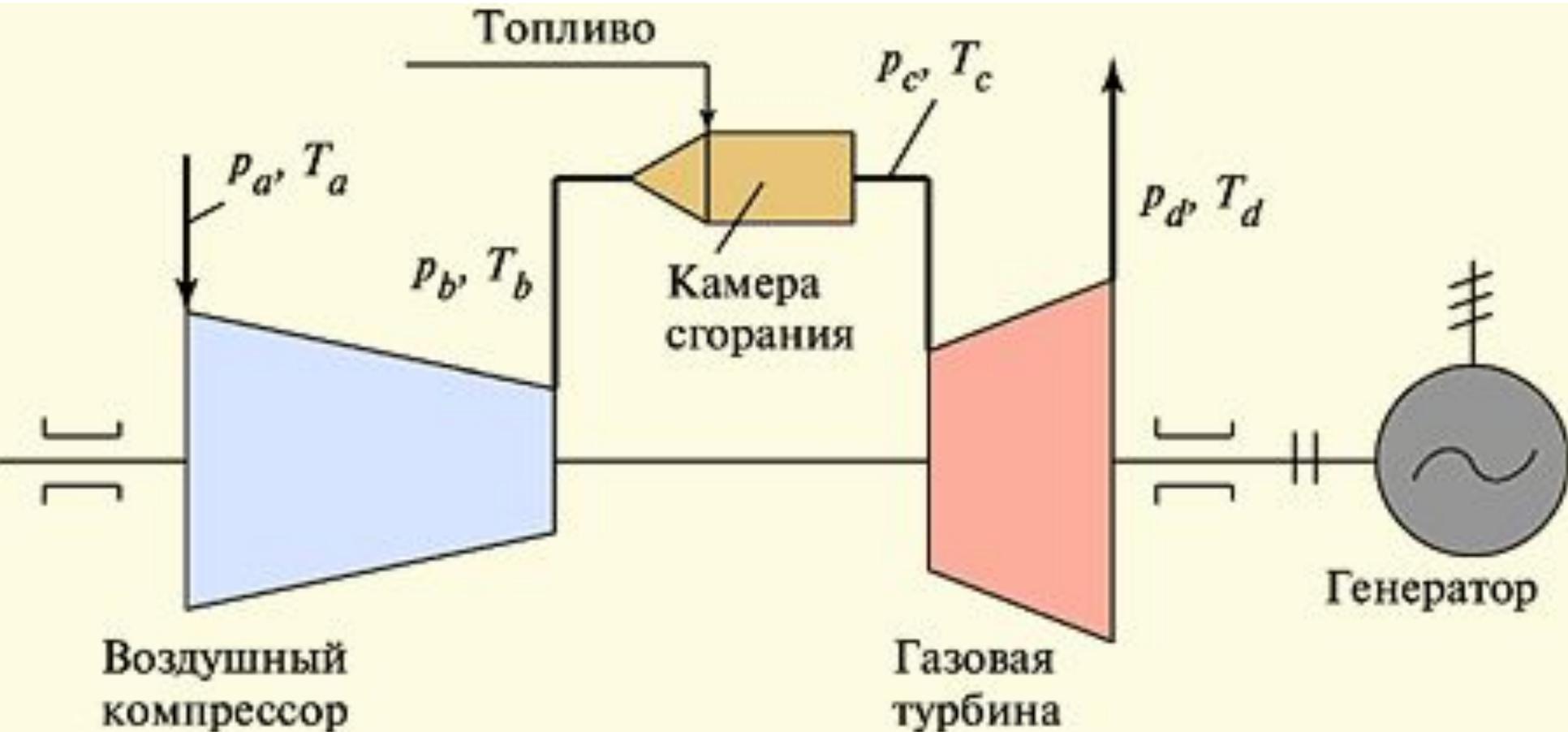
5. Особенности СН ТЭЦ с ПГУ

ПГУ = ПТУ + ГТУ

ПТУ: много мощных механизмов СН с электроприводом из-за необходимости перекачивания воды

ГТУ: относительно мало механизмов СН, наиболее мощный из них (компрессор) имеет турбопривод

Простейшая тепловая схема ГТУ



Компрессор

- Нагнетает воздух из атмосферы в камеру сгорания.
- Приводится во вращение газовой турбиной.
- На это уходит около **половины** мощности турбины.

• Степень сжатия воздуха:

$$\pi_k = \frac{P_b}{P_a} = \frac{13...17 \text{ атм на выходе}}{1 \text{ атм на входе}} = 13...17$$

Компрессор

- При сжатии в компрессоре воздух нагревается.
- Степень нагрева воздуха:

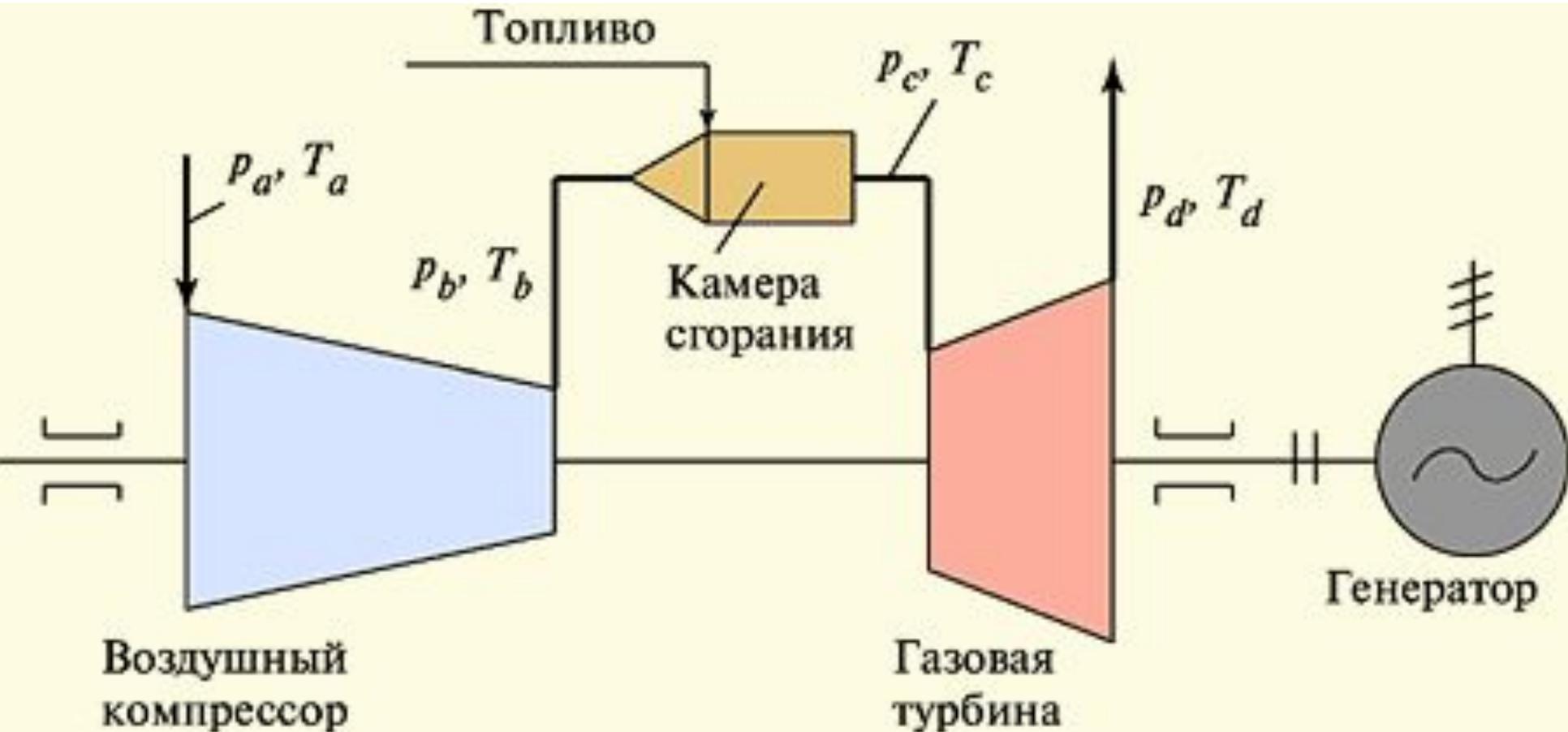
$$\frac{T_b}{T_a} = \sqrt[4]{\pi_K}$$

- Например, $\pi_K = 16$, $T_a = 27 + 273 = 300 \text{ K}$
- Тогда $T_b = 600 \text{ K}$

Камера сгорания

- Расход топлива $\approx 1\%$ от расхода воздуха.
- Продукты сгорания имеют температуру около 2000°C .
- К ним подмешивается вторичный воздух.
- На выходе из камеры сгорания (и на входе в газовую турбину) температура снижается до 1400°C .

Простейшая тепловая схема ГТУ



Компрессор

- Нагнетает воздух из атмосферы в камеру сгорания.
- Приводится во вращение газовой турбиной.
- На это уходит около **половины** мощности турбины.

• Степень сжатия воздуха:

$$\pi_k = \frac{P_b}{P_a} = \frac{13...17 \text{ атм на выходе}}{1 \text{ атм на входе}} = 13...17$$

Компрессор

- При сжатии в компрессоре воздух нагревается.
- Степень нагрева воздуха:

$$\frac{T_b}{T_a} = \sqrt[4]{\pi_K}$$

- Например, $\pi_K = 16$, $T_a = 27 + 273 = 300 \text{ K}$
- Тогда $T_b = 600 \text{ K}$

Камера сгорания

- Расход топлива $\approx 1\%$ от расхода воздуха.
- Продукты сгорания имеют температуру около 2000°C .
- К ним подмешивается вторичный воздух.
- На выходе из камеры сгорания (и на входе в газовую турбину) температура снижается до 1400°C .

Газовая турбина

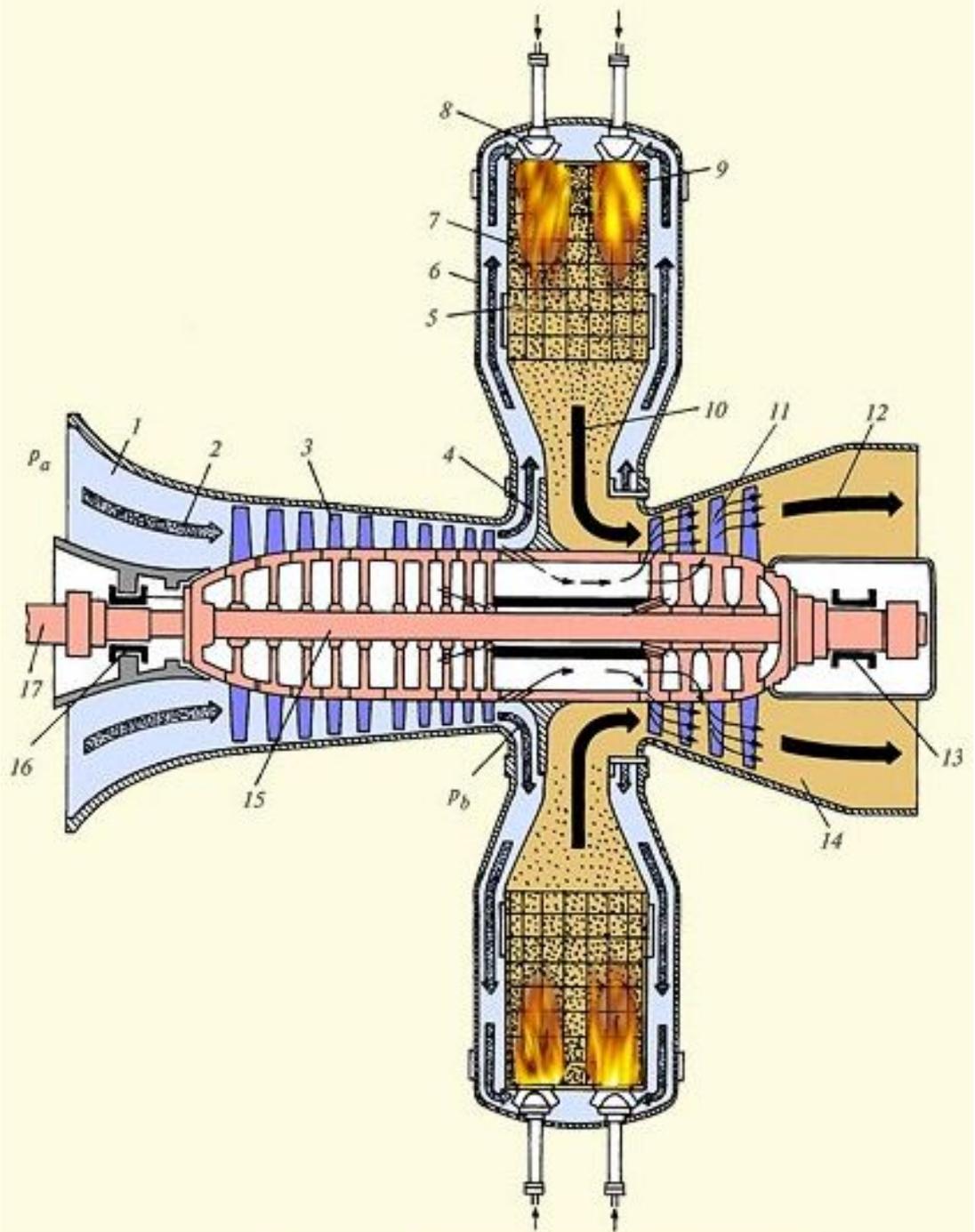
- На вход газовой турбины подаются выхлопные газы из камеры сгорания с температурой около 1400°C .
- Степень охлаждения газа в турбине:

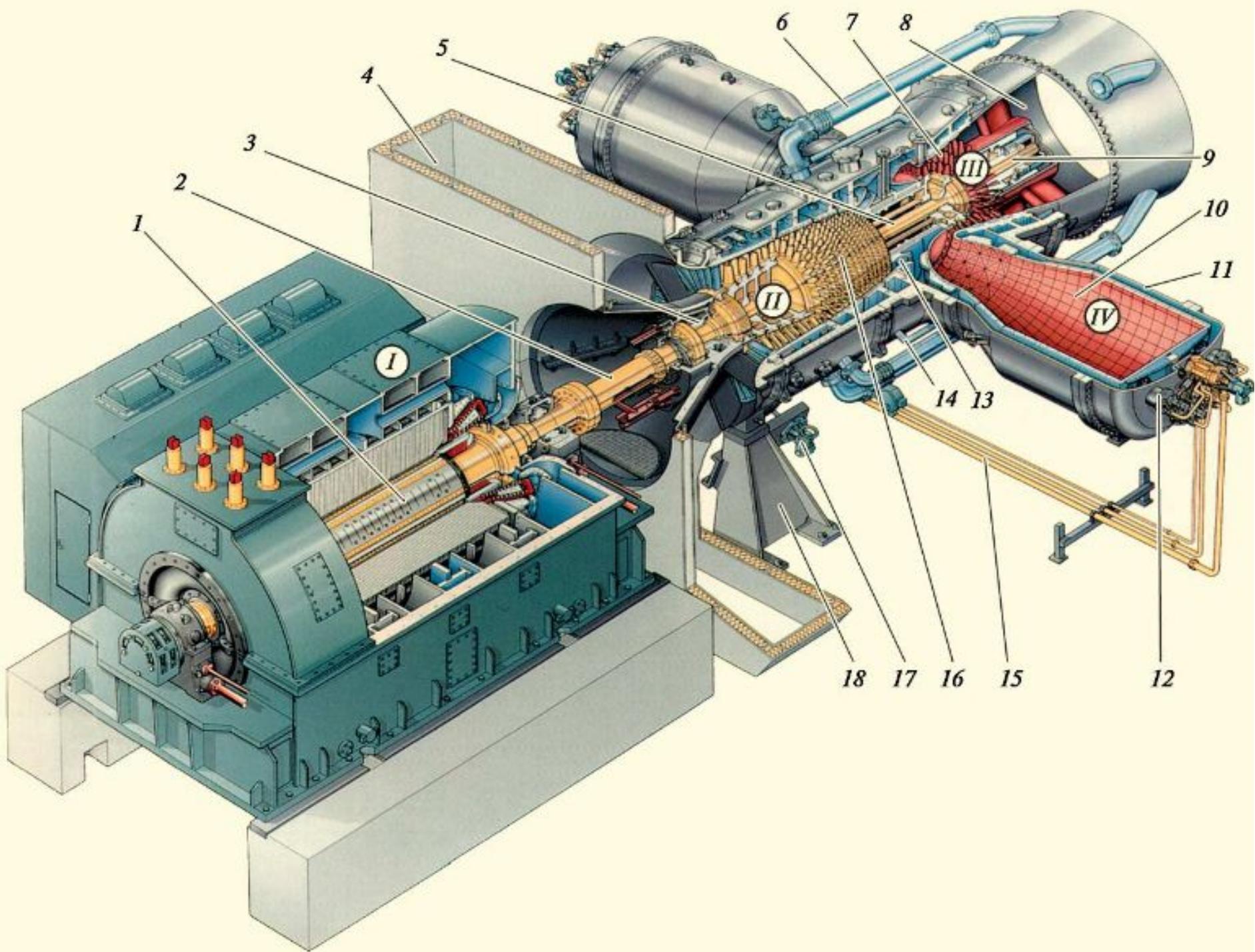
$$\frac{T_c}{T_d} = \sqrt[4]{\pi_K}$$

- Например, $\pi_K = 16$, $T_c = 1400 + 273 = 1673 \text{ K}$
- Тогда $T_d = 836 \text{ K}$ или $T_d = 836 - 273 = 563^{\circ}\text{C}$

Газовая турбина

- Таким образом, температура выходящих из ГТУ газов достаточно высока.
- Это тепло необратимо выбрасывается в дымовую трубу.
- Значит, в отличие от ПТУ, ГТУ имеет низкий КПД: 35...36 %.
- Чем выше температура газа на входе в турбину, тем выше КПД.





Сравнение ГТУ и ПТУ

ГТУ	ПТУ
Большое давление в зоне сгорания. $P = 13...17$ атм	Малое давление в зоне сгорания. $P = 1$ атм
Объем выхлопных газов мал	Объем выхлопных газов больше в 12...20 раз
Камера сгорания – малая	Котел – большой
Камера сгорания – неотъемлемая часть ГТУ	Котел в состав ПТУ не входит

Сравнение ГТУ и ПТУ

ГТУ	ПТУ
Малое давление рабочего тела (газа). $P = 13 \dots 17$ атм	Большое давление рабочего тела (пара) $P = 140 \dots 220$ атм
Корпус сделан из тонкой стали	Корпус сделан из толстой стали
Маневренная. Пуск - минуты	Низкоманевренная. Пуск – часы
Покрывают пиковую часть нагрузки	Покрывают базовую часть нагрузки

Сравнение ГТУ и ПТУ

ГТУ	ПТУ
Газовая турбина состоит из 3-5 ступеней	Паровая турбина состоит из 25...30 ступеней (3...4 цилиндров)
Длина ГТУ (КС + ГТ + К) мала	Длина паровой турбины в 1,5 раза больше
Отсутствуют конденсатор, деаэратор, РПВД, РПНД, БОУ, насосы	Присутствуют
Не нужна охлаждающая вода	Нужна охлаждающая вода (река, градирня, водохранилище и т.д.)

Сравнение ГТУ и ПТУ

ГТУ	ПТУ
Низкий КПД = 35...36 %	Высокий КПД = 38...43 %
Работает только на высококачественном топливе	Работает на топливе любого качества
Требует высокого уровня эксплуатации	Более «традиционная» установка
Тяжелее запускаются	Обычный механический способ пуска

Парогазовая установка

КПД =
50...52 %

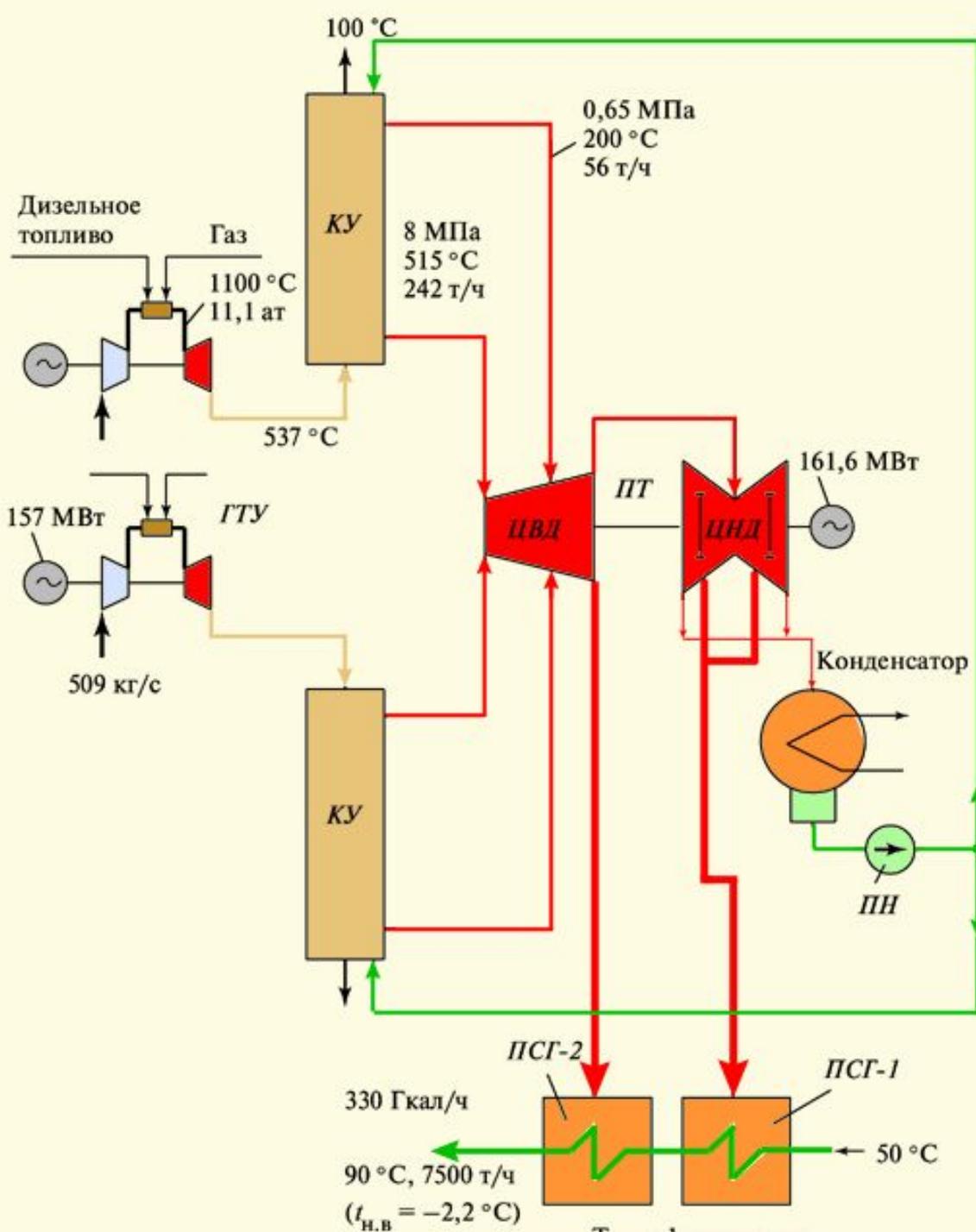
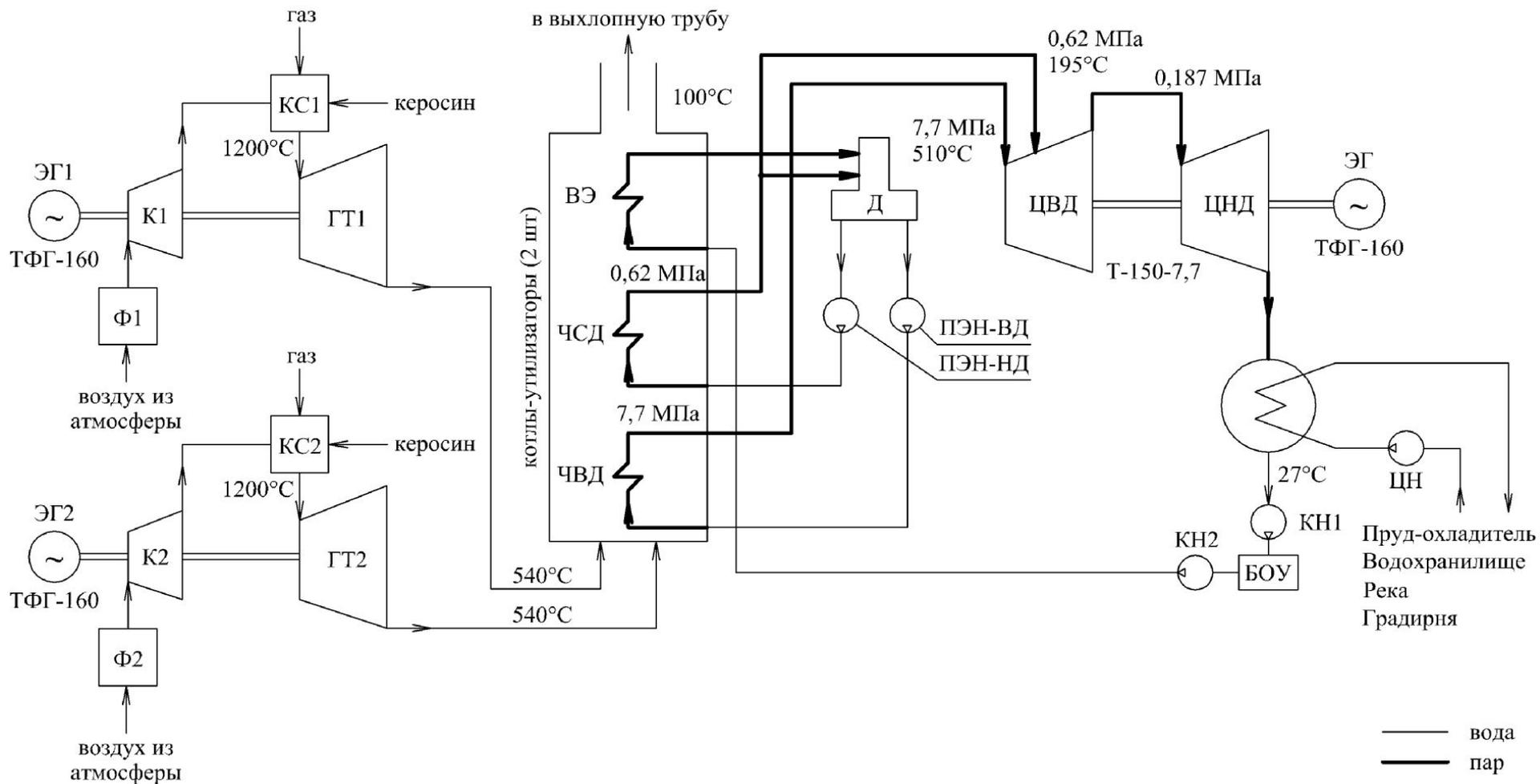


Схема блока СЗТЭЦ



Особенности СН ТЭС с ПГУ

- 1) СН ГТУ гораздо меньше по составу и мощности, чем СН ПТУ.

- 2) Поэтому обычно:
 - рабочие ТСН цикла ГТУ нерасщепленные и маломощные,
 - рабочие ТСН цикла ПТУ расщепленные и более мощные.