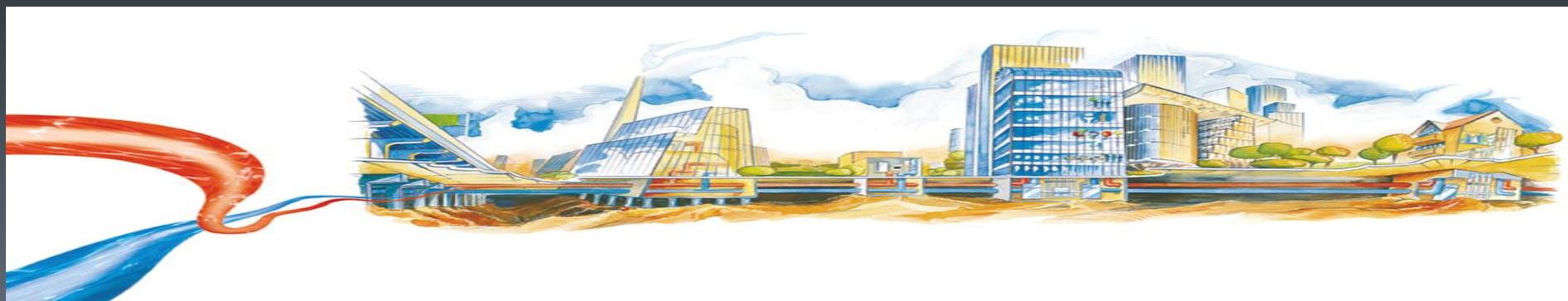
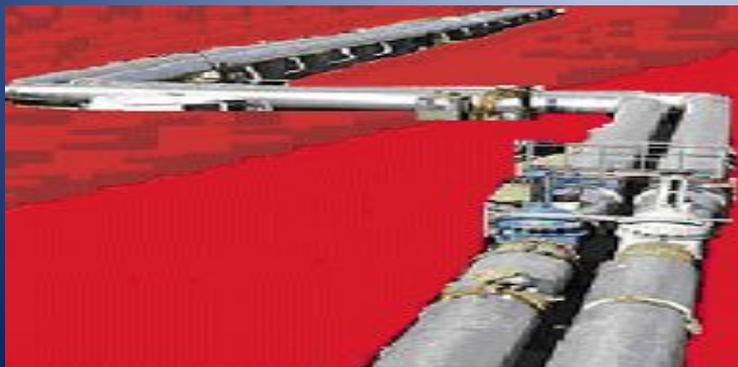




# 6. Системы теплоснабжения



- Способы теплоснабжения.
- Основные виды и схемы централизованного теплоснабжения
- водяные системы теплоснабжения.
- Потребление тепловой энергии.
- Тепловые сети: их назначение, конструкции.
- Котельные: назначение, классификация, параметры.

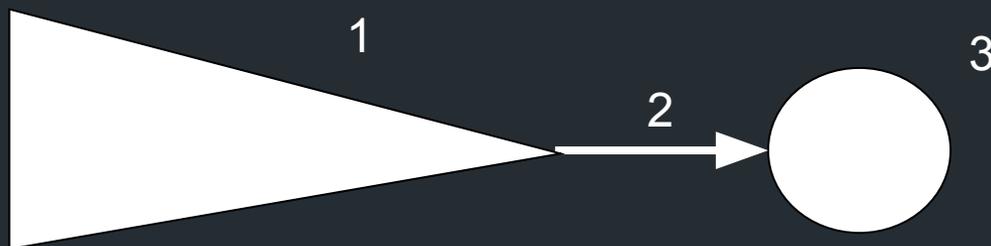


# 1. Способы теплоснабжения



Возможные способы теплоснабжения реализуются следующими системами теплоснабжения.

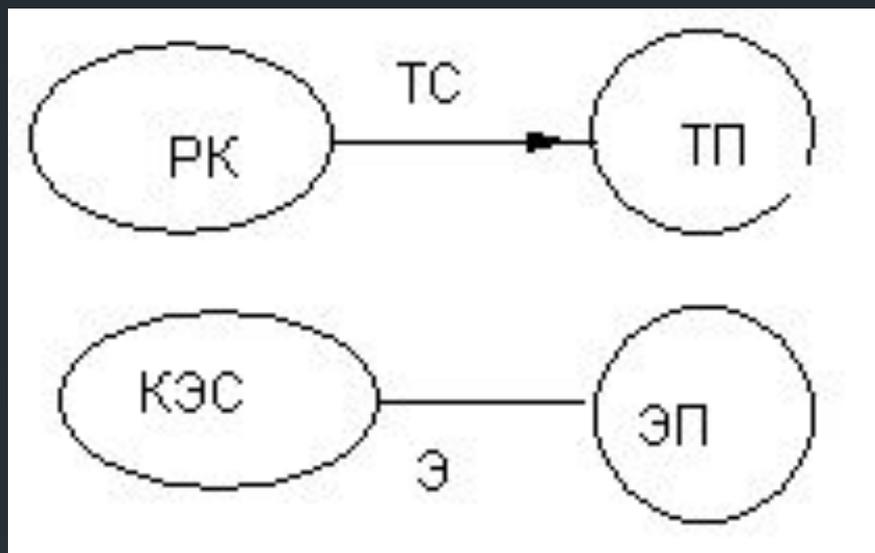
Система централизованного теплоснабжения от районных котельных  
Централизованная система теплоснабжения от районных котельных представлена упрощенной схемой на рис. 1.



Система централизованного теплоснабжения от районных котельных (РК)

*1 -источник тепла - районная котельная (паровая или водогрейная); 2 - тепловые сети (трубопроводы, запорно-регулирующая арматура, подкачивающие насосные станции); 3 - тепловые потребители (промышленные, жилищно-коммунальные, сельскохозяйственные)*

Тепловая энергия ( $Q$ ) вырабатывается на тепловом источнике – районной котельной (РК) и передается по тепловым сетям (ТС) тепловым потребителям (ТП), присоединенных к тепловому источнику района теплоснабжения. Электрическая энергия вырабатывается на конденсационной электрической станции (КЭС) и передается по электрическим сетям (Э) к электрическим потребителям (ЭП).



Раздельный способ производства тепловой и электрической энергии

## 1.1.2. Теплофикационная система

Теплофикационная система централизованного теплоснабжения представлена на рис.3.

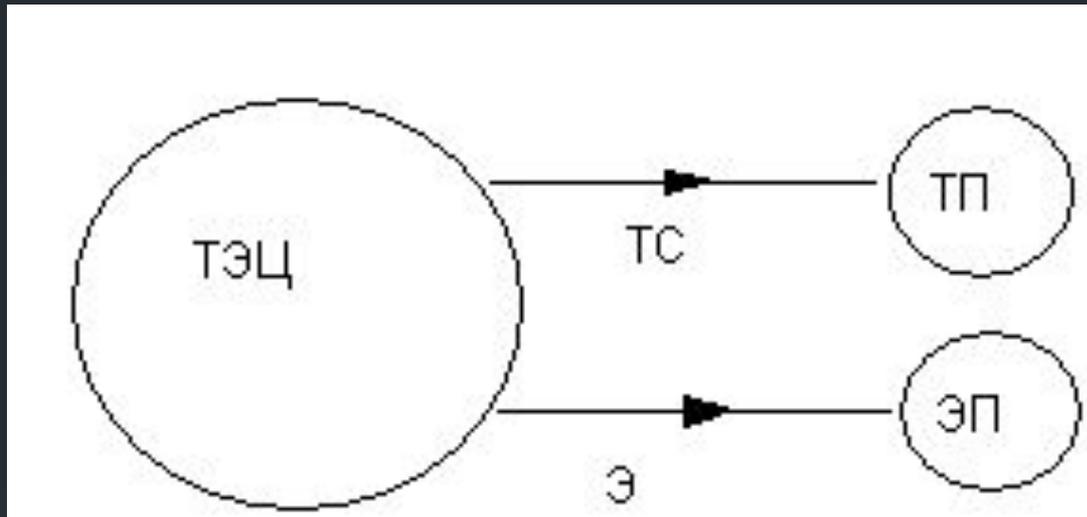


Рис. 3. Теплофикационная система теплоснабжения

# Система децентрализованного теплоснабжения

Местным источником тепла (МИТ) могут являться:

- индивидуальные домовые котельные и поквартирное отопление
- квартальные котельные
- микрорайонные котельные
- заводские котельные

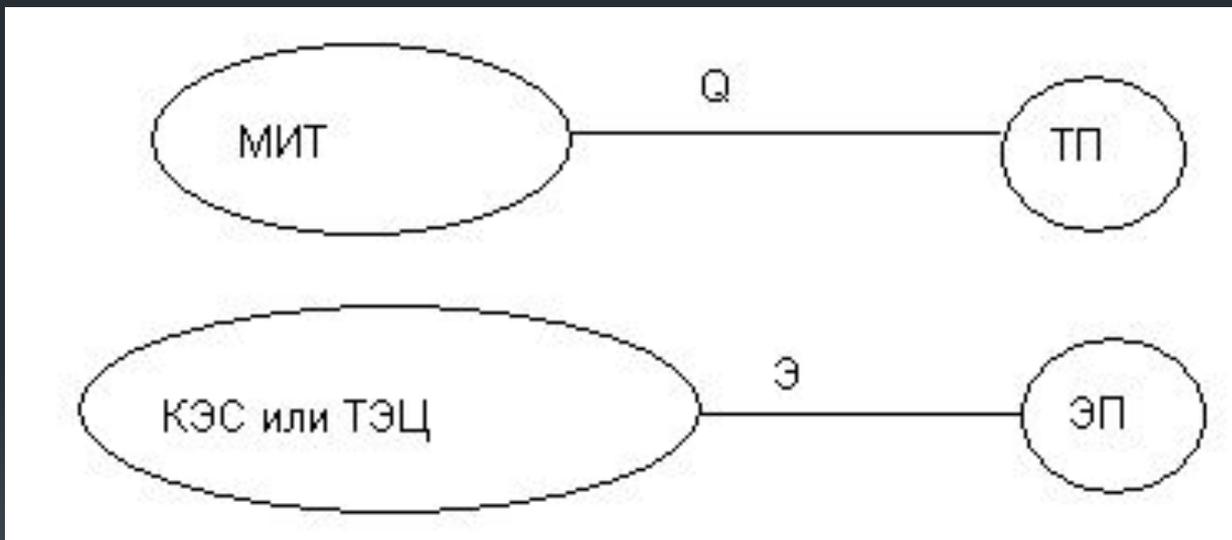


Рис.4. Децентрализованный способ производства тепловой энергии

# Классификация систем теплоснабжения

Системы теплоснабжения с различными устройствами и назначениями элементов классифицируют по признакам:

- источник приготовления тепла
- род теплоносителя различают *водяные* и *паровые* системы теплоснабжения
- способ подачи воды на горячее водоснабжение  
водяные системы делят на *закрытые* и *открытые*
- количество трубопроводов тепловых сетей, классифицируют на однетрубные (транзитные) и многотрубные
- способ обеспечения потребителей тепловой энергией классифицируют на одноступенчатые и многоступенчатые

## Основные виды и схемы централизованного теплоснабжения

Централизованное теплоснабжение представляет собой процесс обеспечения тепловой энергией низкого (до 150 °С) и среднего (до 350 °С) потенциала нескольких потребителей от одного или нескольких источников.

Источником тепловой энергии в системах централизованного теплоснабжения могут быть теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), районные (РК) и квартальные котельные.

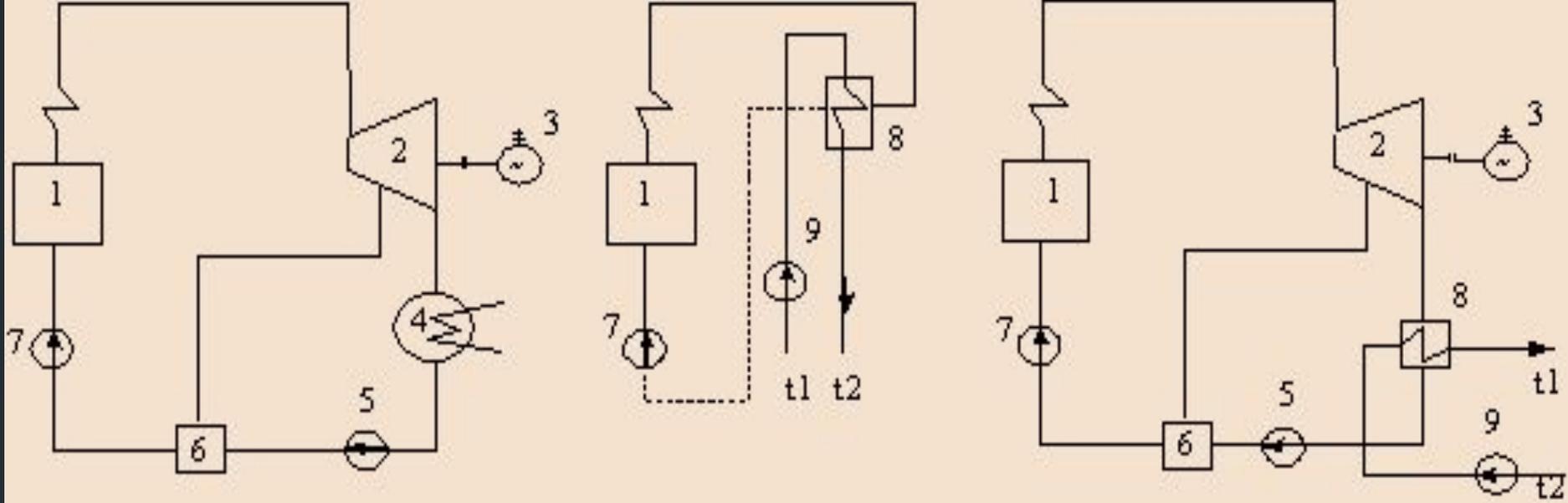
Тепловая энергия отпускается потребителям в виде горячей воды и водяного пара.

Для снабжения тепловой энергией жилищно-коммунального сектора в качестве теплоносителя применяют воду, а для снабжения промышленных предприятий, наряду с водой, часто используют водяной пар.

Параметры теплоносителя зависят от вида потребителей тепловой энергии и обосновываются технико-экономическим расчетом.

Различают два способа централизованной выработки электрической и тепловой энергии:

- комбинированный на ТЭЦ;
- отдельный на конденсационной электрической станции (КЭС) и РК.



а

б

в

**раздельный процесс:** а – выработка электроэнергии на конденсационной электрической станции (КЭС); б - выработка тепловой энергии на районной котельной (РК);

**комбинированный процесс:** в - выработка электроэнергии и тепловой энергии на теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) ;

1 - котел; 2- турбина; 3 - генератор; 4 - конденсатор; 5 - конденсатный насос; 6 - регенеративный подогреватель; 7 - питательный насос; 8 - подогреватель сетевой воды; 9 - сетевой насос



**Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ)**

# Классификация тепловых электростанций

Тепловая электростанция – станция, вырабатывающая электрическую мощность за счет преобразования химической энергии топлива через тепловую энергию сгорания в механическую энергию вращения вала электрогенератора.



На тепловых электростанциях получается ~60% мировой электроэнергии

Разведанных запасов хватит : нефти – на 46 лет, газа – 63 года, угля – 119/ 500 лет.

## ТИПЫ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

- **Котлотурбинные электростанции**
  - Конденсационные электростанции (КЭС или ГРЭС)
  - Теплоэлектроцентрали (теплофикационные электростанции, ТЭЦ)
- Газотурбинные электростанции
- Электростанции на базе парогазовых установок (комбинированного цикла)
- Электростанции на основе поршневых двигателей (дизель)

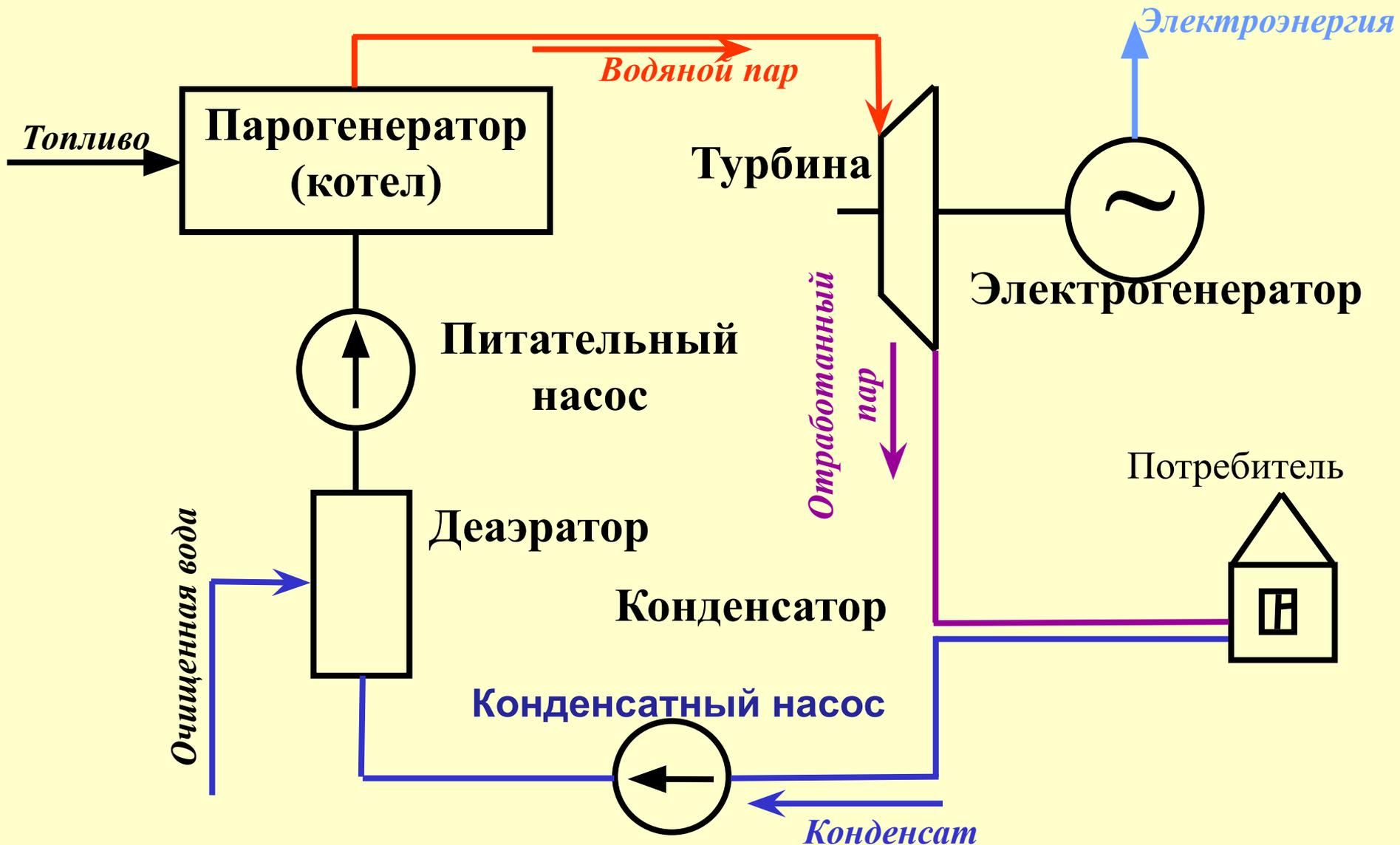
# ТЭЦ

состоит в комбинированном производстве электрической и тепловой энергии с уменьшением пропуска отработанного пара через конденсатор, в котором происходят основные потери.

Обеспечение новых потребителей: многим промышленным предприятиям необходим пар с небольшим давлением (0.5-2 МПа); для отопления зданий требуется горячая вода.

Пар для технологических целей и нагрева воды в теплообменниках может быть получен отбором из последних (достаточно низкое давление) ступеней турбин. При этом сокращается пропуск пара через конденсатор и снижаются потери тепловой энергии.

# Технологическая схема ТЭЦ



## Принцип действия

В парогенераторе получается водяной пар высокого давления и температуры (до **24 МПа, 540°C**) за счет сжигания угольной пыли, газа, мазута.

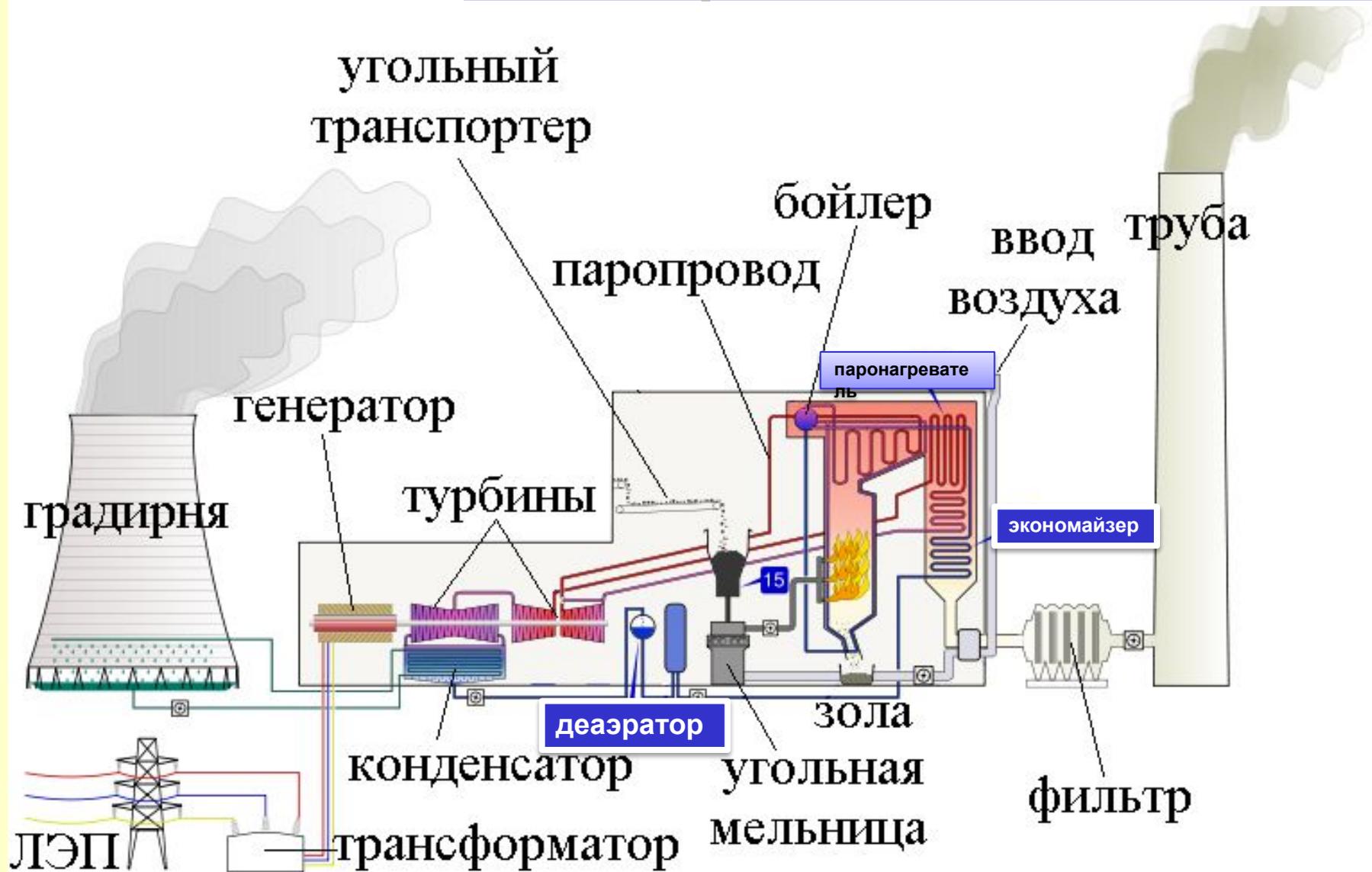
Полученный пар → к турбине, где его **потенциальная энергия** преобразуется в **кинетическую энергию** вращения ротора турбины и электрогенератора.

Отработанный пар → в конденсатор. Воздух, попадающий в конденсатор через течи, удаляется с помощью эжектора.

Полученная вода → в деаэратор (удаляет  $O_2$ , вызывающий коррозию).

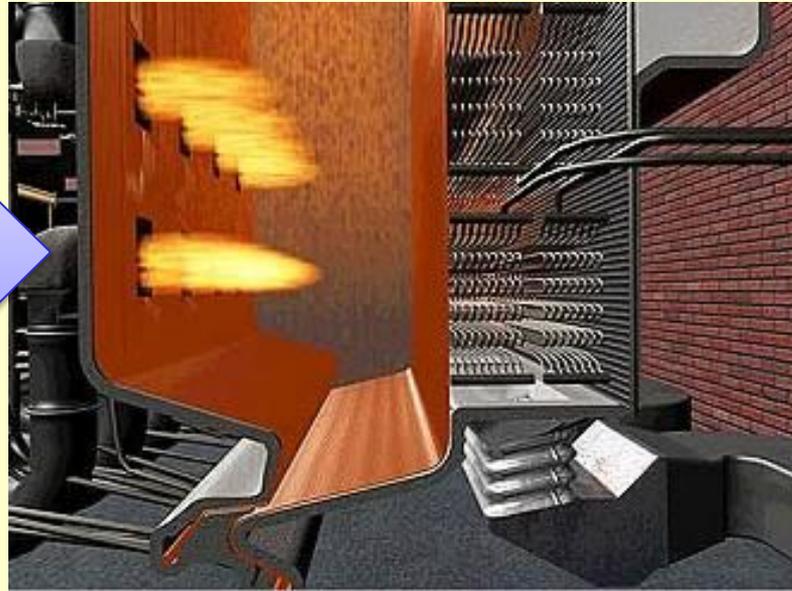
Для компенсации потерь в деаэратор поступает очищенная вода. Из деаэратора вода → обратно в котел. Процесс получения электричества идет непрерывно.

# Подробная схема ТЭЦ



# Горелочные устройства

Горелки  
для  
сжигания  
газа



В зависимости от типа топлива в парогенераторах используются различные виды горелочных устройств: горелки для **сжигания газа**, мазутные форсунки, угольно-пылевые горелки.

Максимальное сгорание (на практике до 90%) топлива обеспечивает повышение эффективности работы парогенератора и снижение вредных выбросов в виде сажи, золы и углеводородов.

Полученный в *парогенераторе* перегретый пар ( $t=540\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P=24\text{ МПа}$ ) по *паропроводам* поступает в *турбину*, которая представляет собой тепловой двигатель с вращательным движением ротора, снабженного *рабочими дисками с лопатками*.

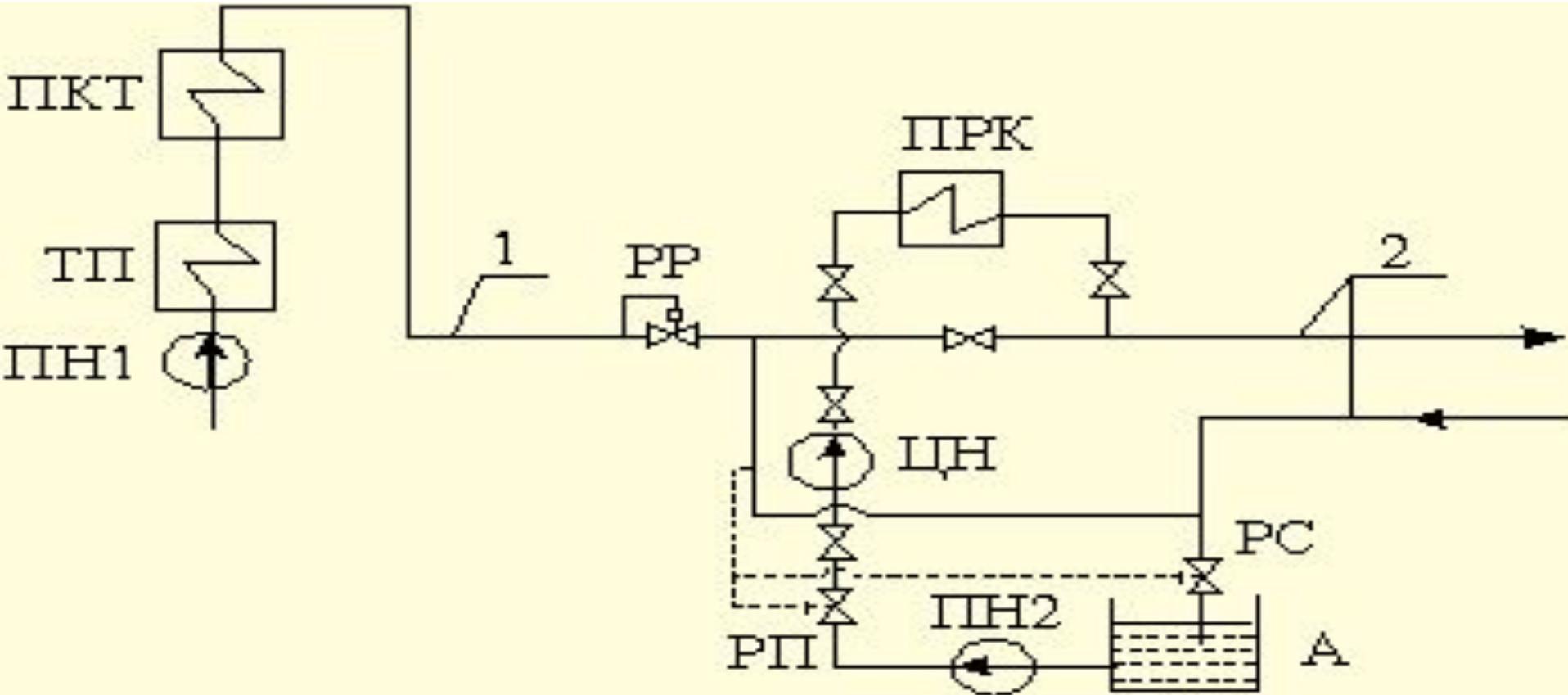
Между *рабочими дисками* расположены *неподвижные диски с каналами - соплами*. В соплах **внутренняя энергия** пара преобразуется в **кинетическую энергию** упорядоченного движения молекул. Они, попадая на лопатки ротора, оказывают на них давление и вращают ротор.



# ВОДЯНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

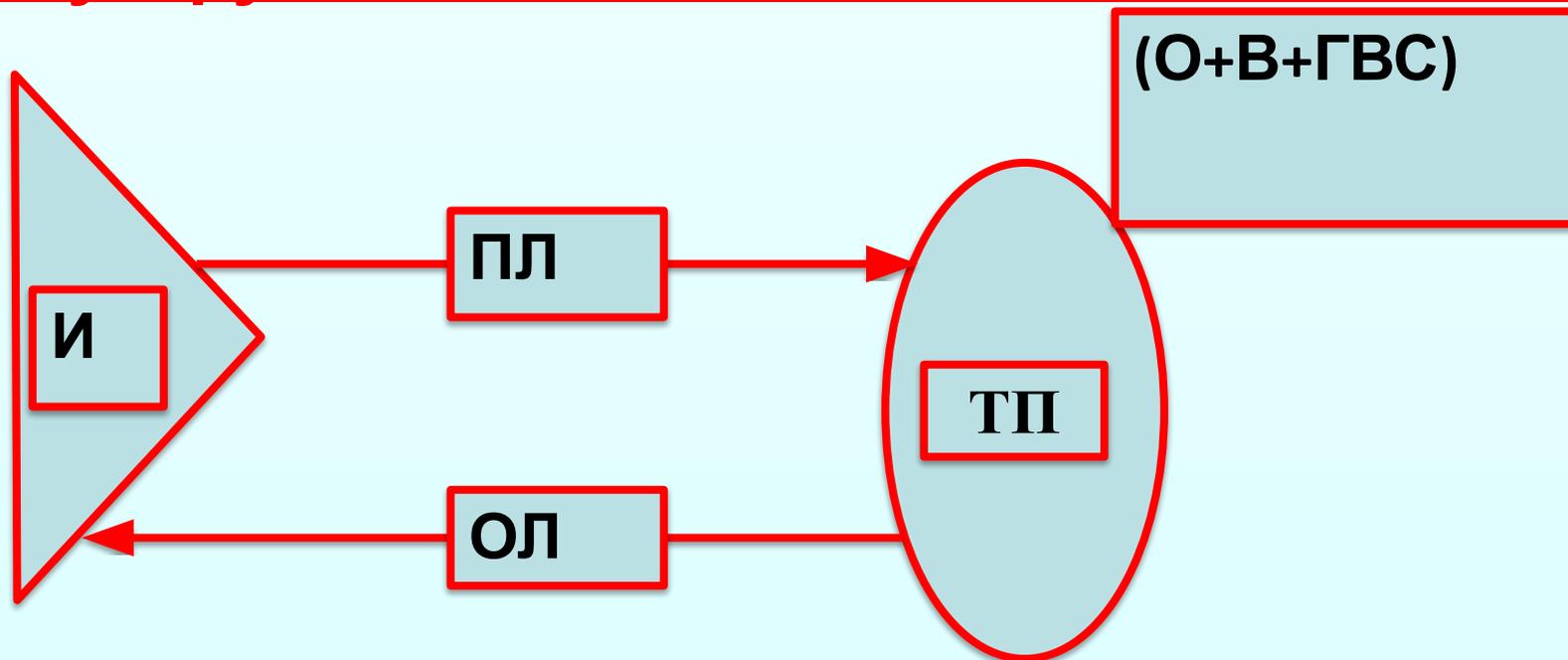
Различают следующие типы водяных систем в зависимости от числа теплопроводов: одно-, двух-, трех- и многотрубные.

Однотрубная сеть от ТЭЦ до городских распределительных сетей



*пиковые котельные ТЭЦ и района; ТП – теплофикационный подогреватель; ЦН – циркуляционный насос; ПН1, ПН2 – подпиточные насосы; РП, РР, РС – регуляторы подпитки, расхода и слива; А – аккумулятор*

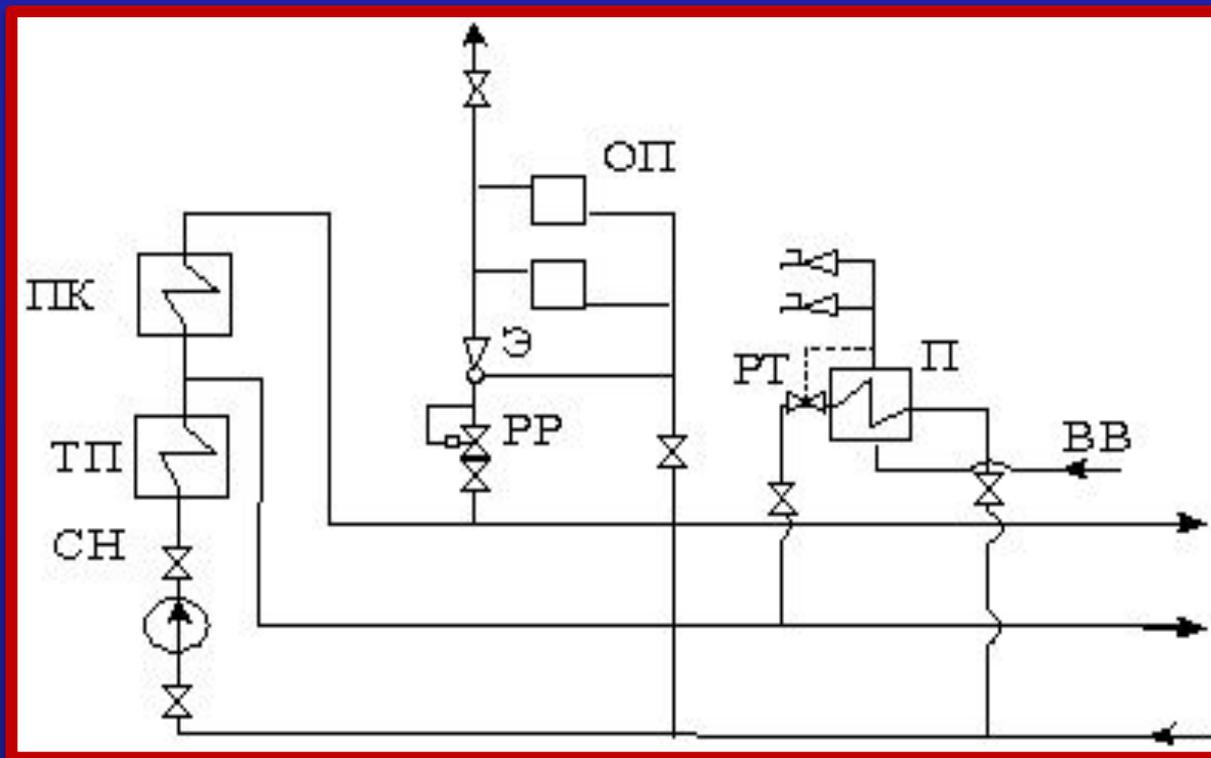
## Двухтрубная водяная система теплоснабжения



*ПЛ – подающая линия тепловой сети; ОЛ – обратная линия;*

*О, В, ГВС – тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение*

## Схема трехтрубной закрытой системы теплоснабжения:



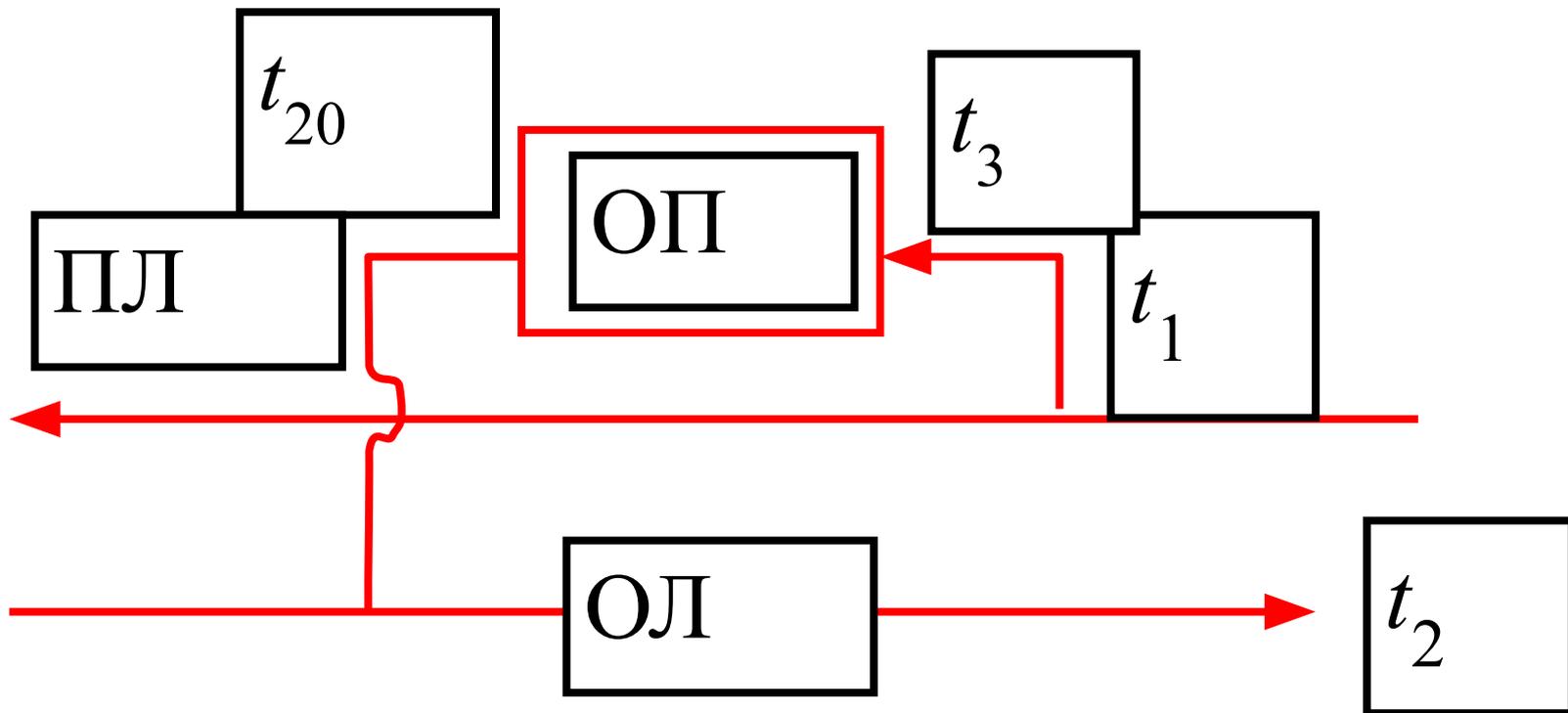
*ПК – пиковый котел; ТП – теплофикационный подогреватель; СН – сетевой насос; ВВ – водопроводная вода, П – подогреватель ГВС*

# Присоединение потребителей в водяных системах теплоснабжения

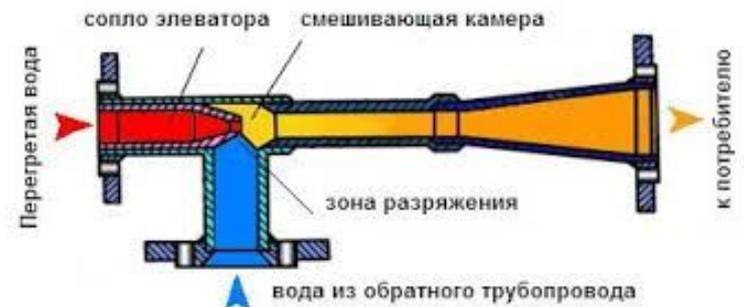
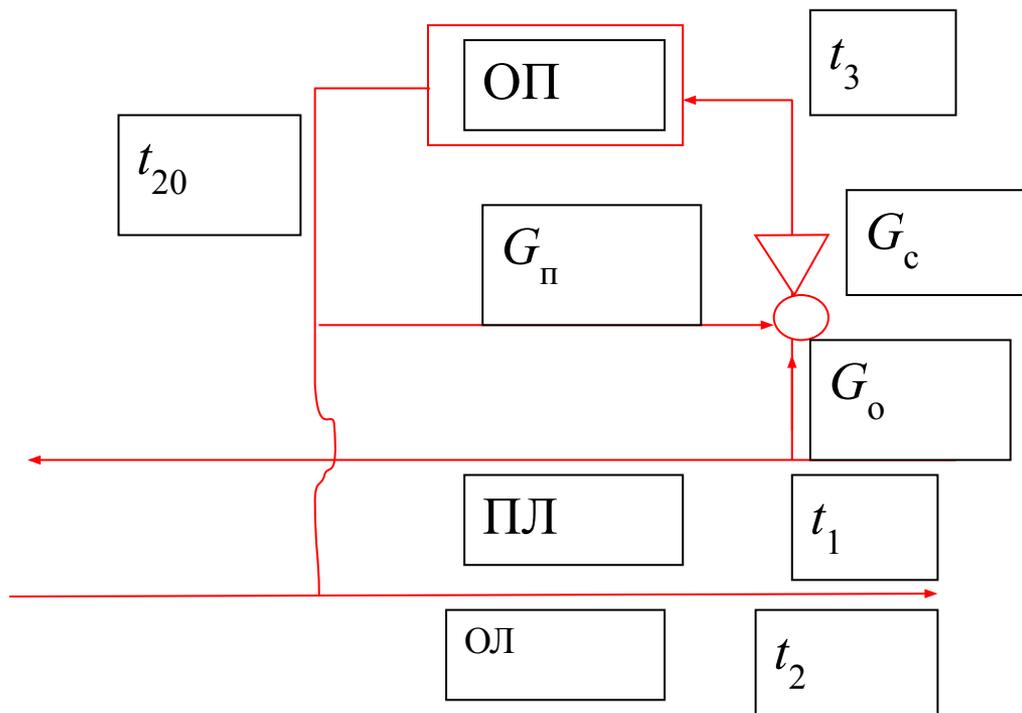
## Зависимые схемы

Применяются три зависимые схемы: **без смешения**; **с элеватором**; **со смесительным насосом (СНС)**.

### Зависимая схема без смешения

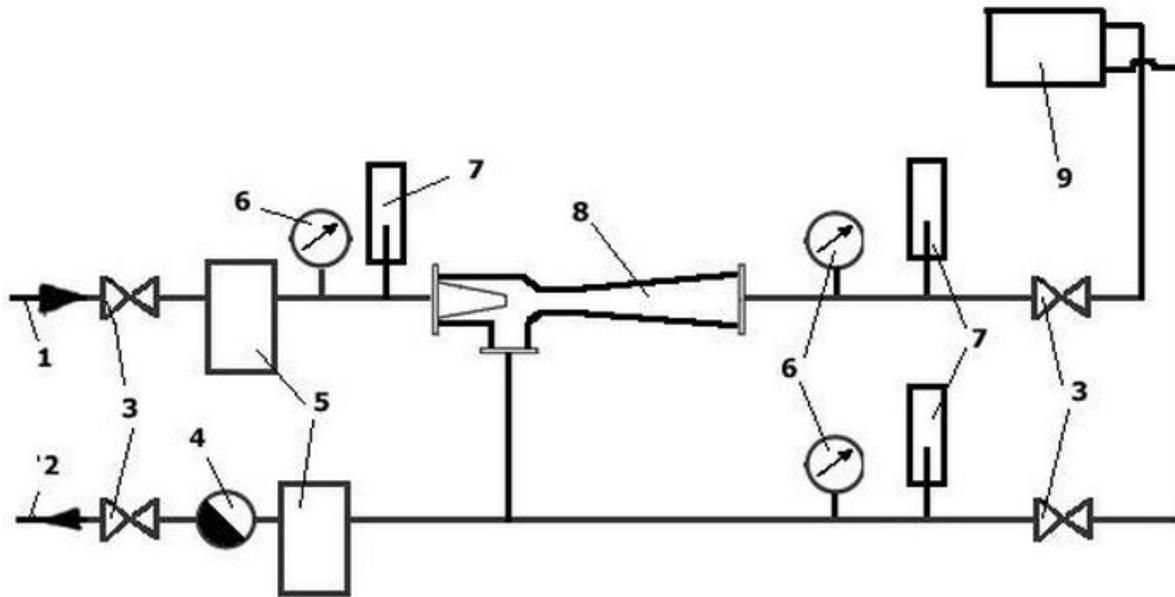


# Зависимая схема с элеваторным смешением:

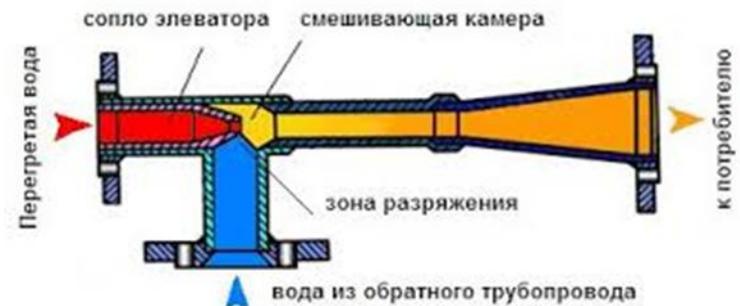


$G_{\Pi}$  – подмешиваемый расход;  $G_c$  - расход после смешения;  $G_o$  - расход из подающей линии на входе в элеватор

# Элеваторный узел

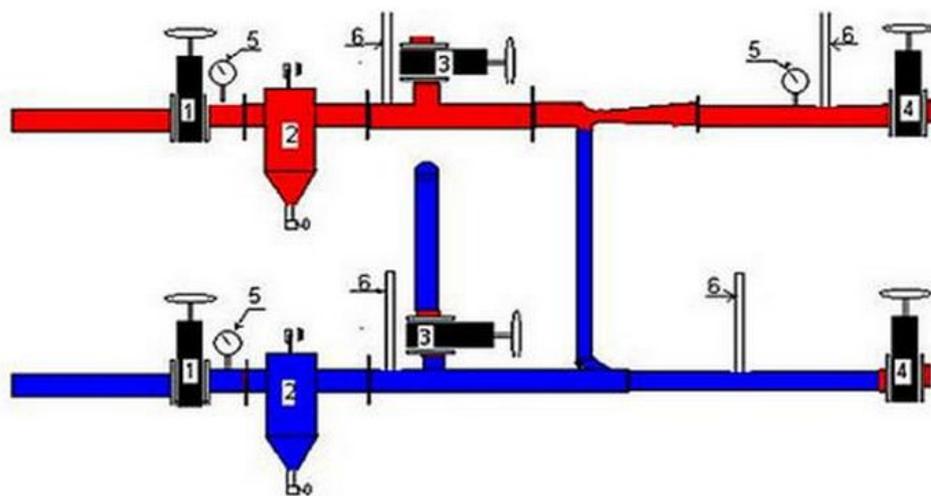
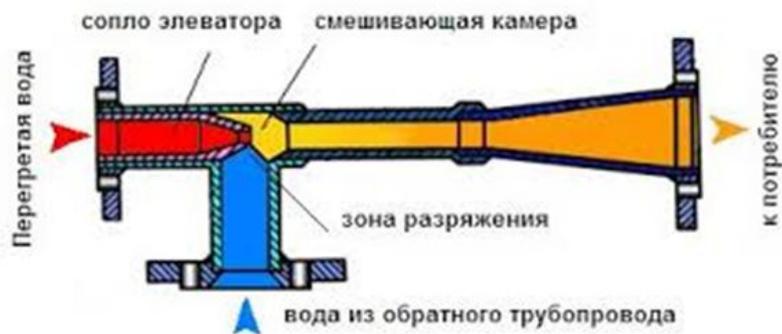


- 1 — подающий трубопровод;
- 2 — обратный трубопровод;
- 3 — задвижки;
- 4 — водомер;
- 5 — грязевики;
- 6 — манометры;
- 7 — термометры;
- 8 — элеватор;
- 9 — нагревательные приборы отопительной системы



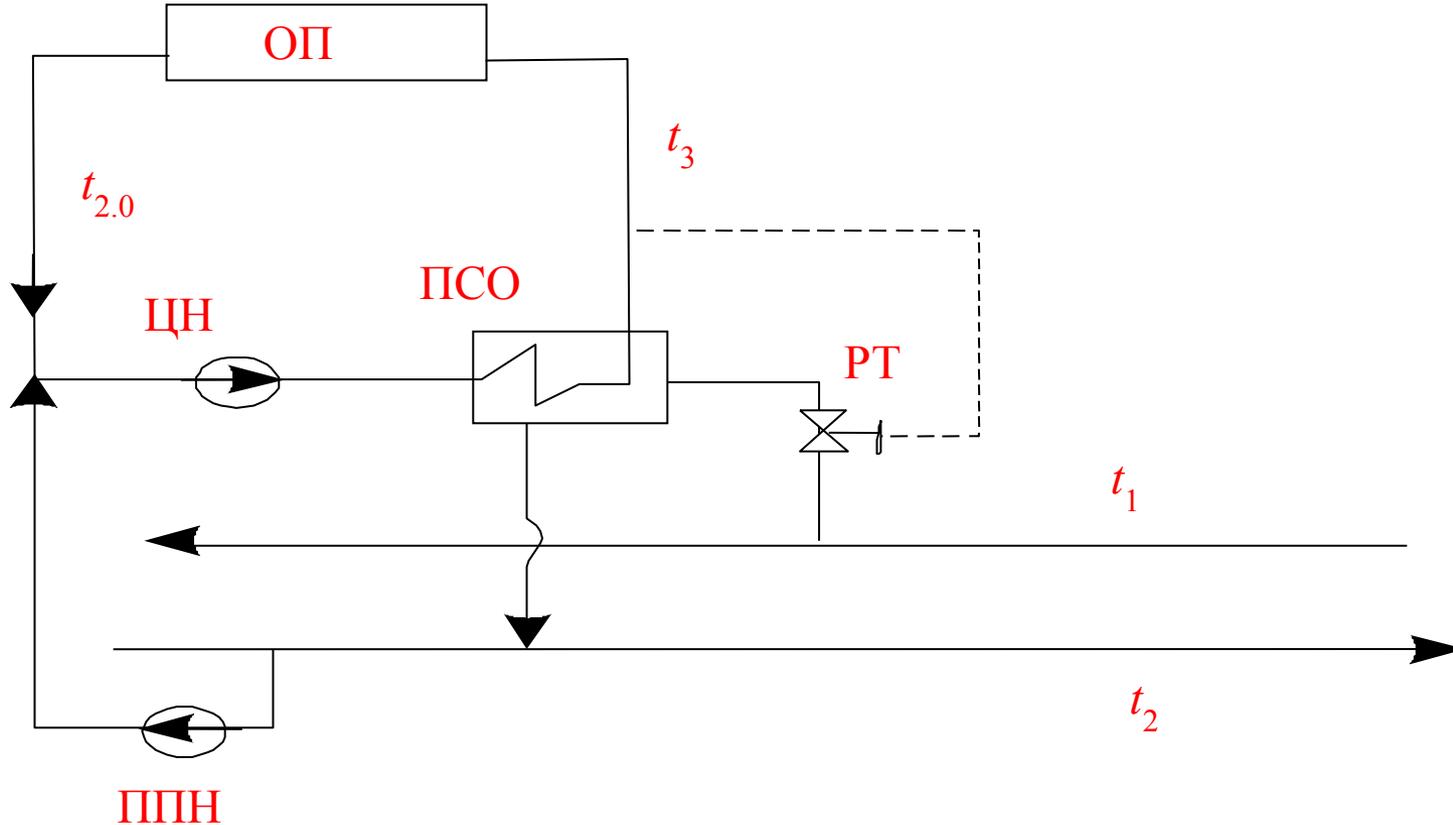
Принципиальная схема элеватора

# Элеваторный узел





# НЕЗАВИСИМЫЕ СХЕМЫ



*ПСО – подогреватель системы отопления (водоводяной); ЦН - циркуляционный насос системы отопления; ПНН - подпиточный насос системы отопления; РТ – авторегулятор температуры воды в системе*

