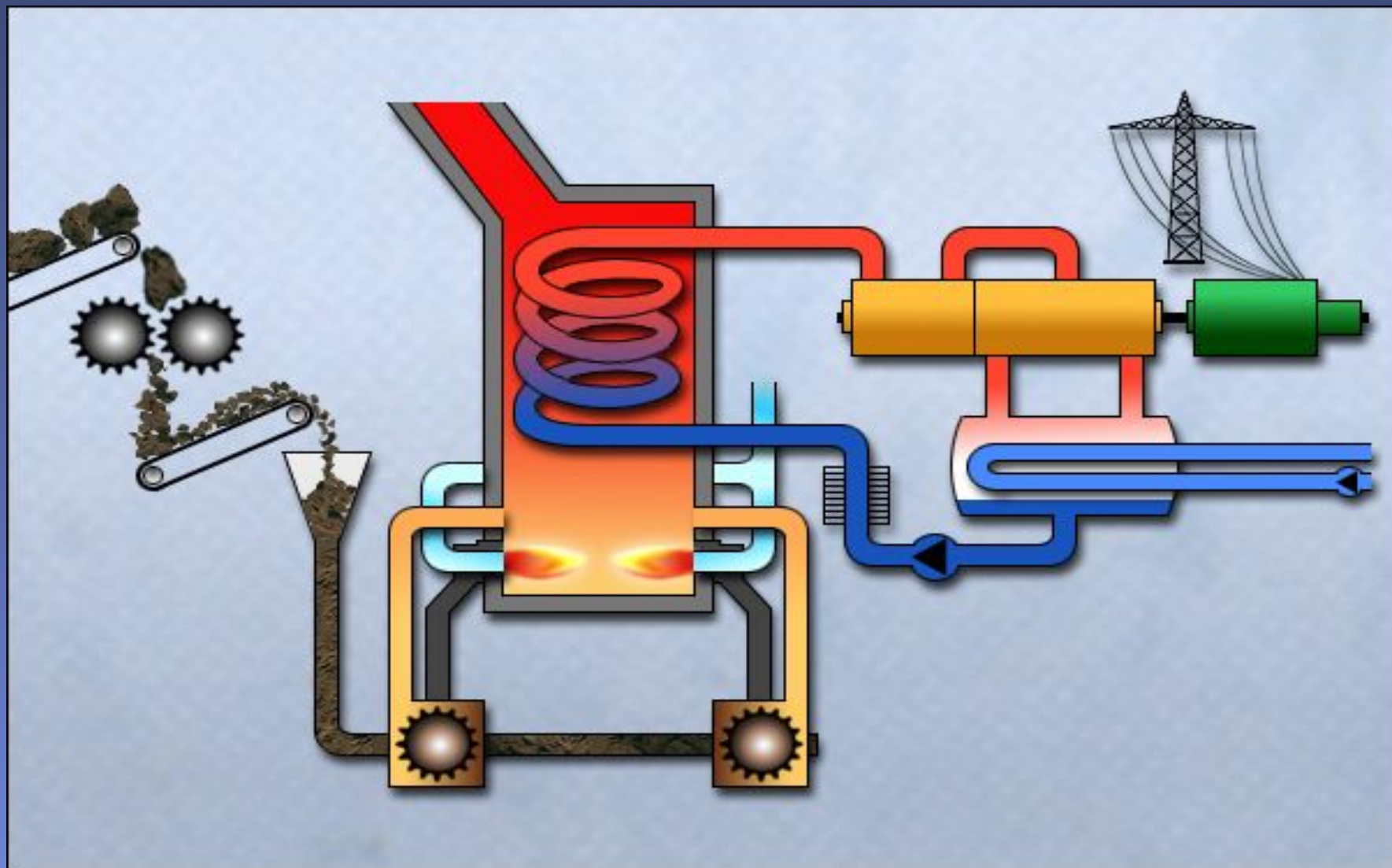


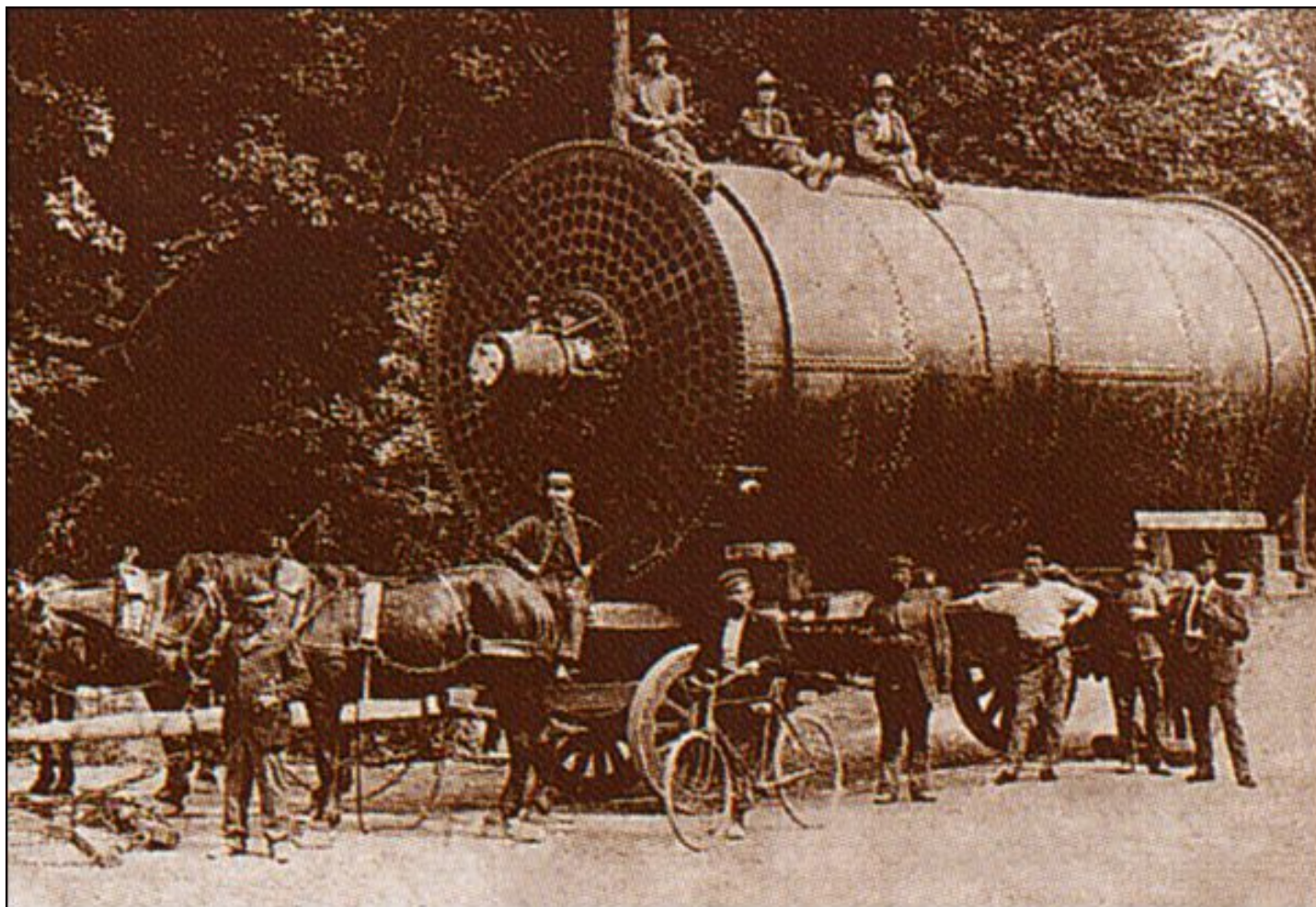
# Основное оборудование ТЭС



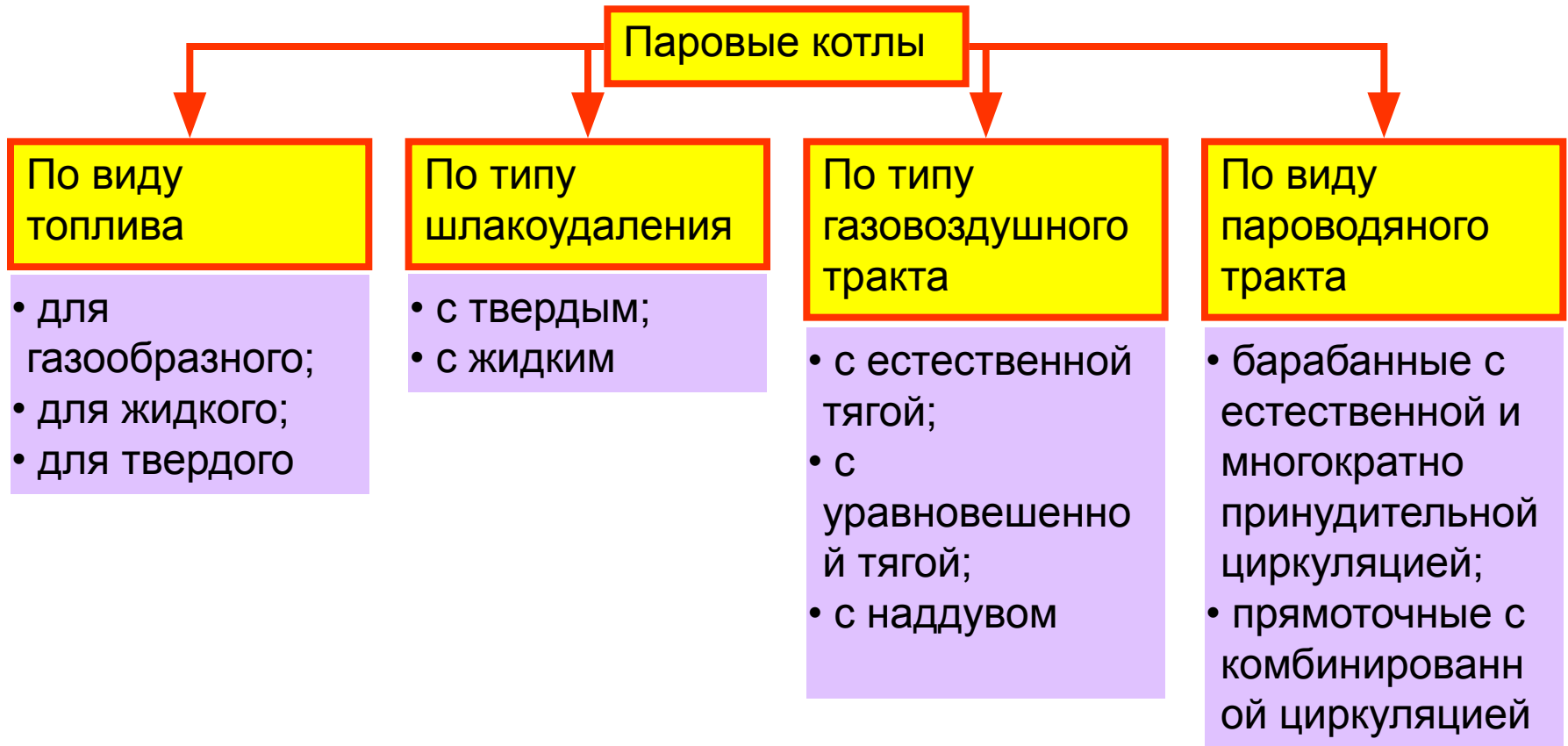
# Паровые котлы



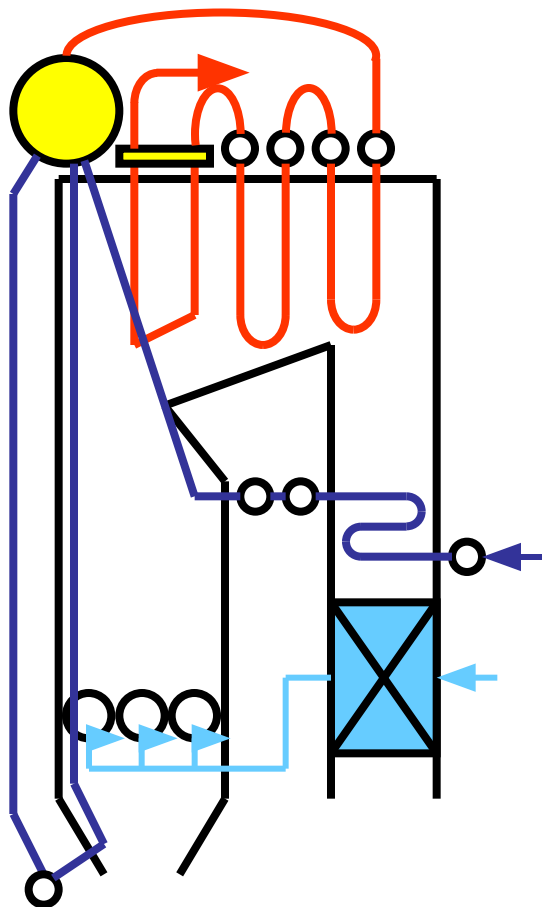
# Один из первых паровых котлов



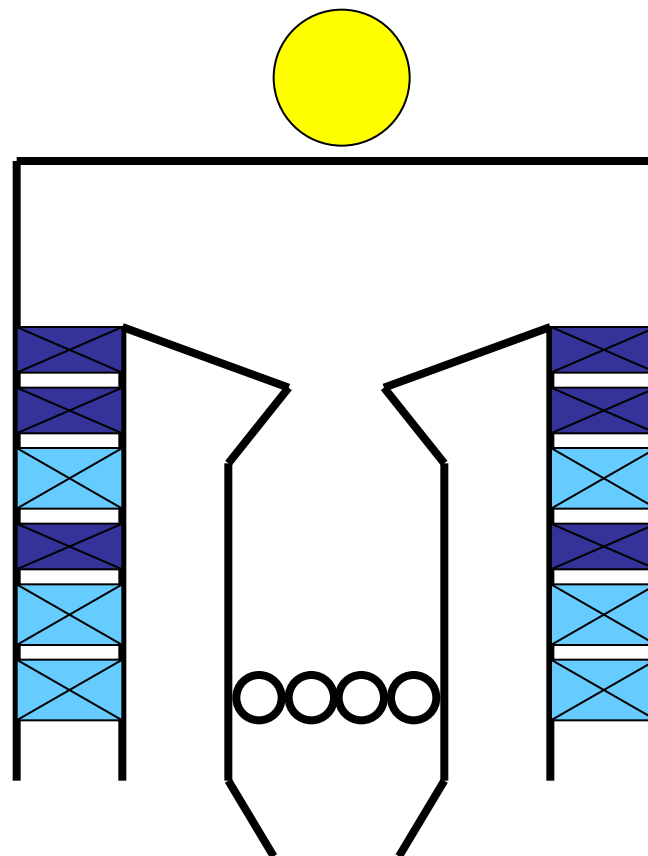
# Классификации паровых котлов



# Основные компоновки котлов



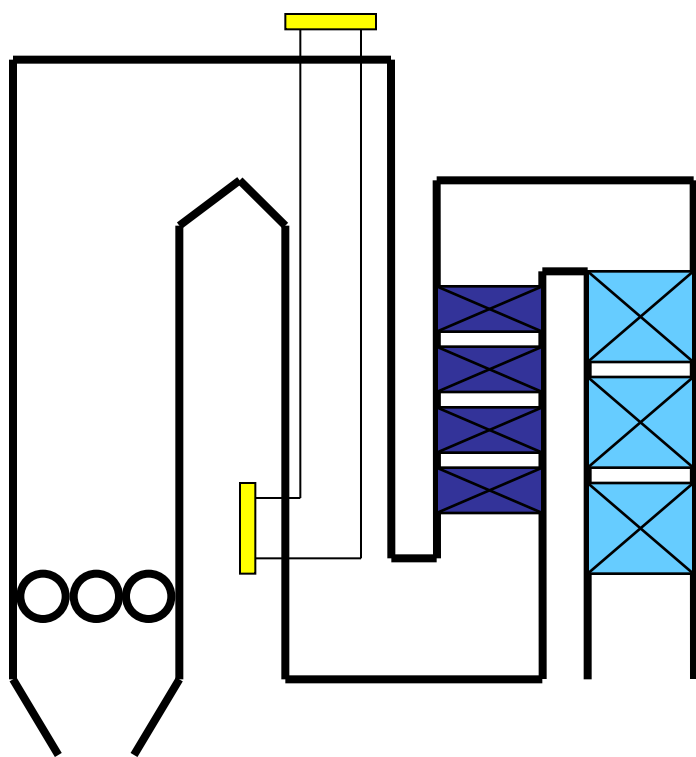
П - образная



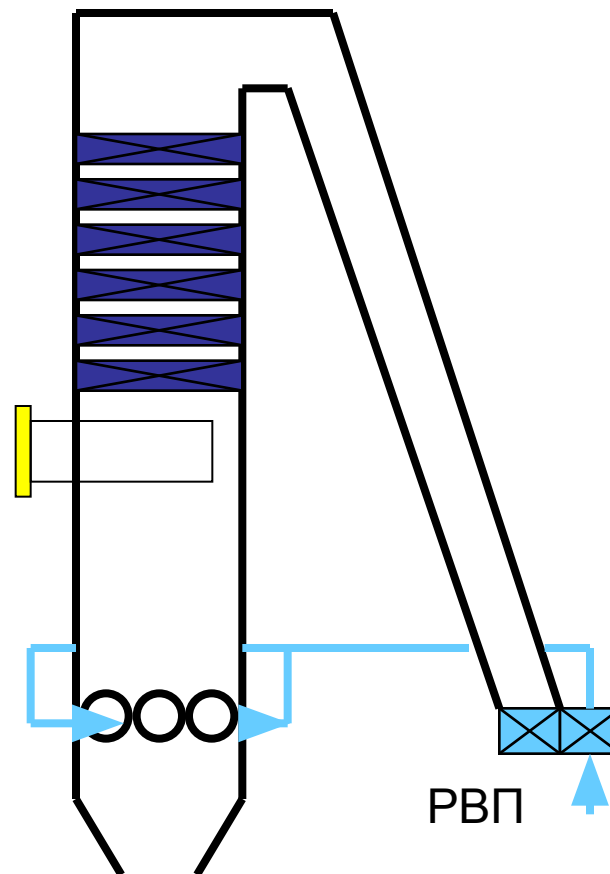
Т - образная

ВЭК, 3-я ступень  
ВЭК, 2-я ступень  
ВЗП, 3-я ступень  
ВЭК, 1-я ступень  
ВЗП, 2-я ступень  
ВЗП, 1-я ступень

# Основные компоновки котлов

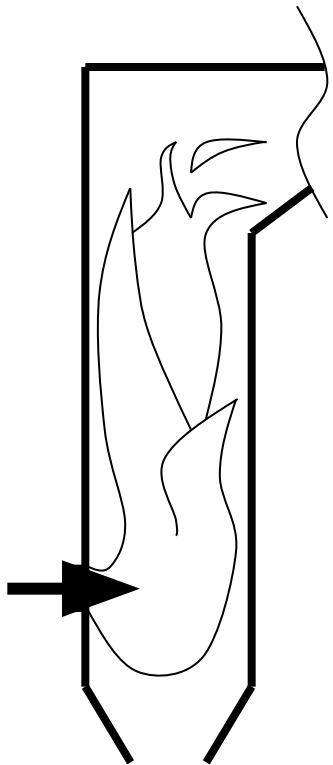


N - образная

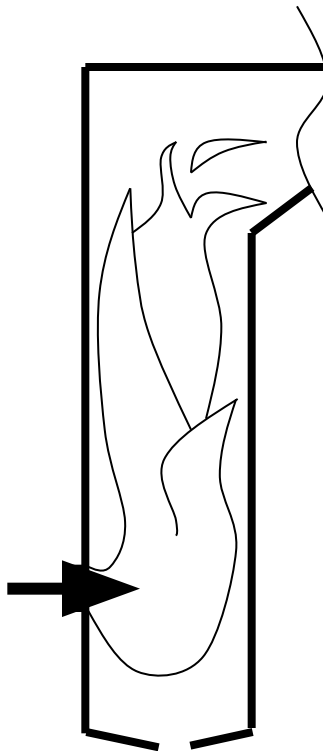


башенная

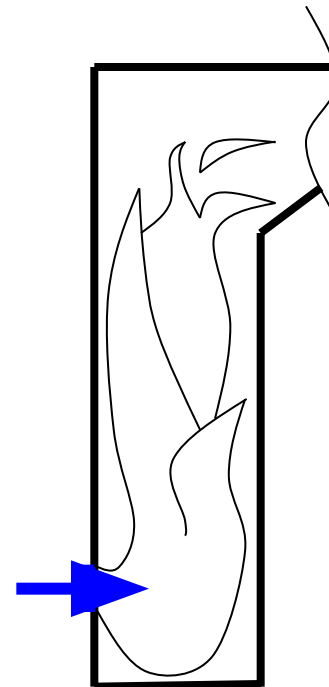
# Основные типы топок камерные



Твердотопливная с ТШУ

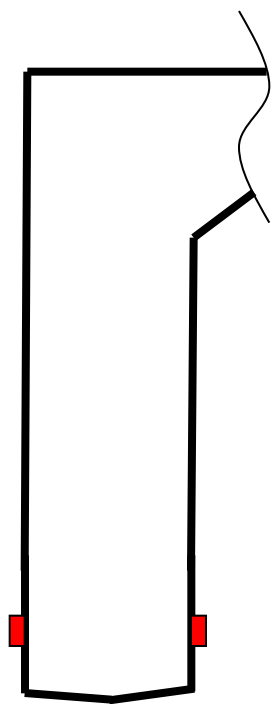


Твердотопливная с ЖШУ

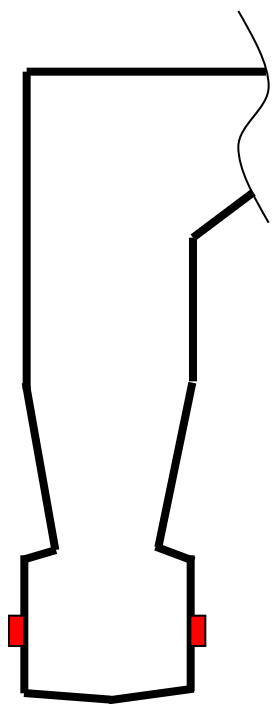


Газомазутная

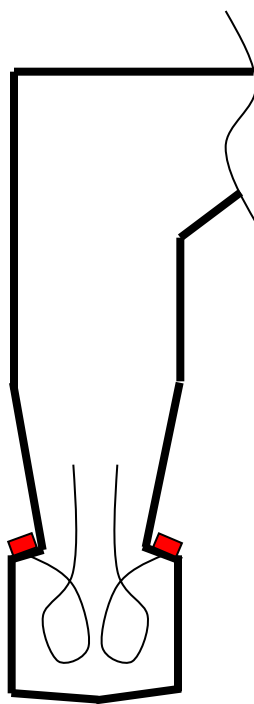
# Некоторые схемы топок с жидким шлакоудалением



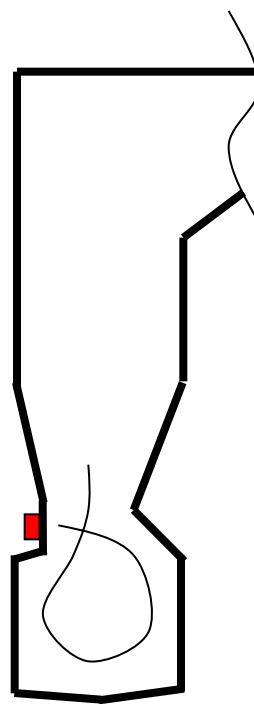
Открытая



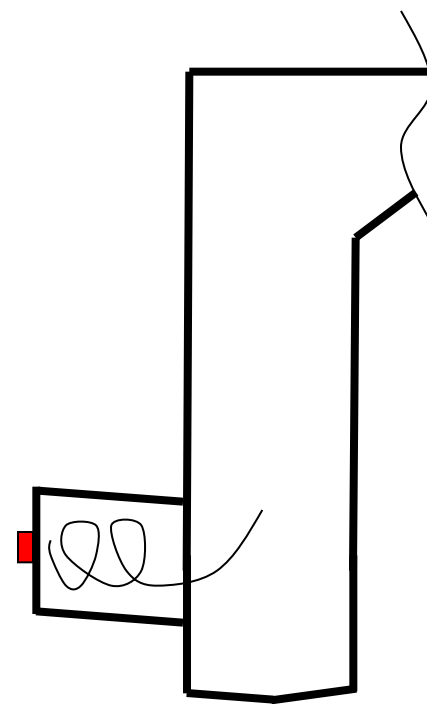
С пережимом



С  $\gamma$ -факелом



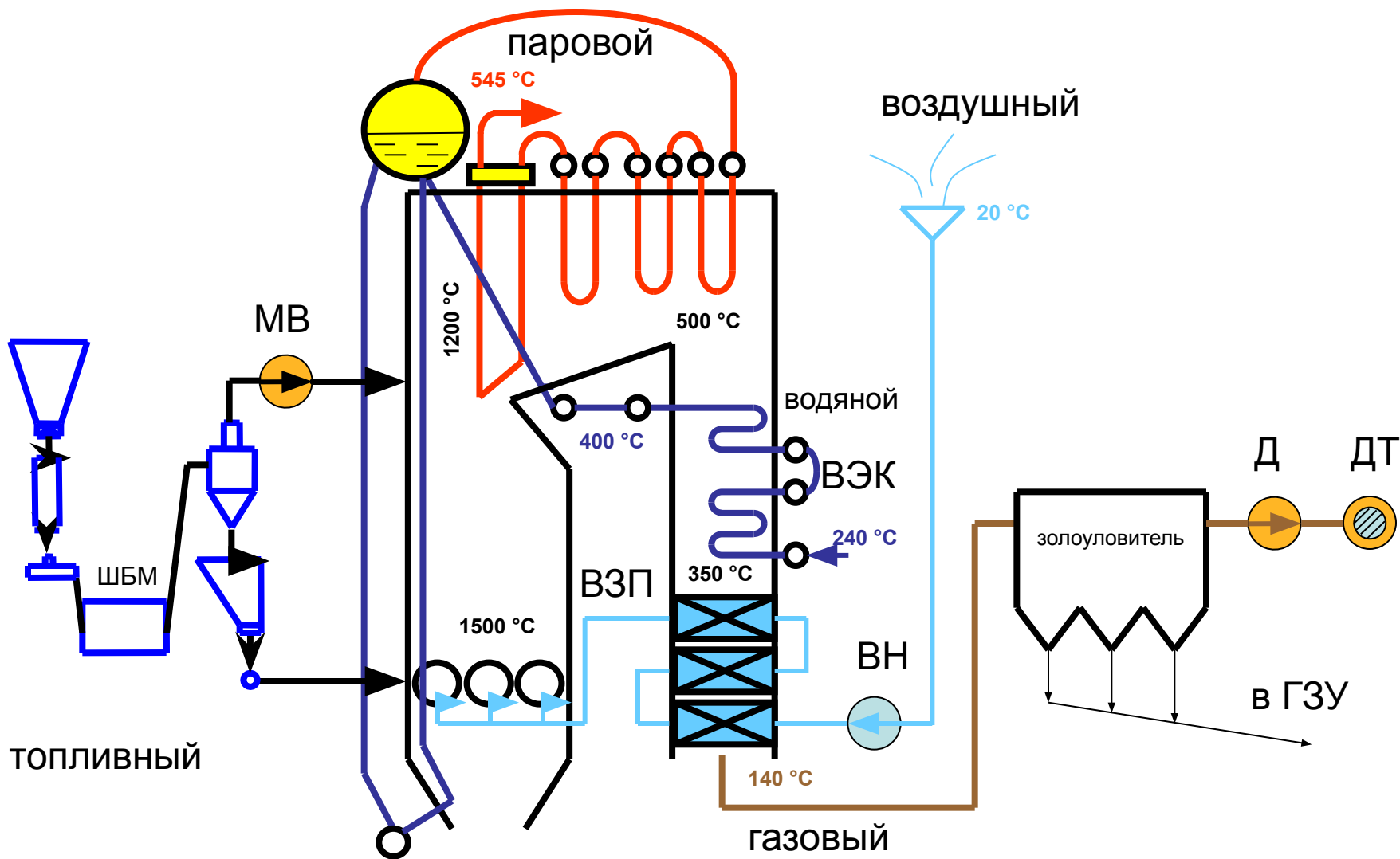
Вихревая



С горизонтальным циклоном



# Тракты котла



# ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КОТЛОВ

Тип котла	$D_0$ , т/ч	$P_0$ , МПа	$t_0$ , град. С	$t_{пп}$ , град. С	$t_{пв}$ , град. С
Е	(160), 220	9,8	540	-	215
	(210), 320, 420, 500, 820	13,8	560	-	230
Еп, Пп	670	13,8	545	545	240
Пп*	1800	13,8	515	515	240
Пп, Кп	1000, 1650, 2650, 3950	25,0	545	542	270

Е – с естественной циркуляцией;

П – прямоточные;

К – с комбинированной циркуляцией;

п – с промежуточным перегревом;

(...) – по согласованию с заказчиком;

\* - все значения уточняются при проектировании

# Обозначения (маркировки) котлов

**Пп-2650-25-545/567КТ**

П – прямоточный;  
Е – с естественной  
циркуляцией;  
К – с  
комбинированной  
циркуляцией

Промперегрев  
есть

Паропроизводи  
тельность в т/ч

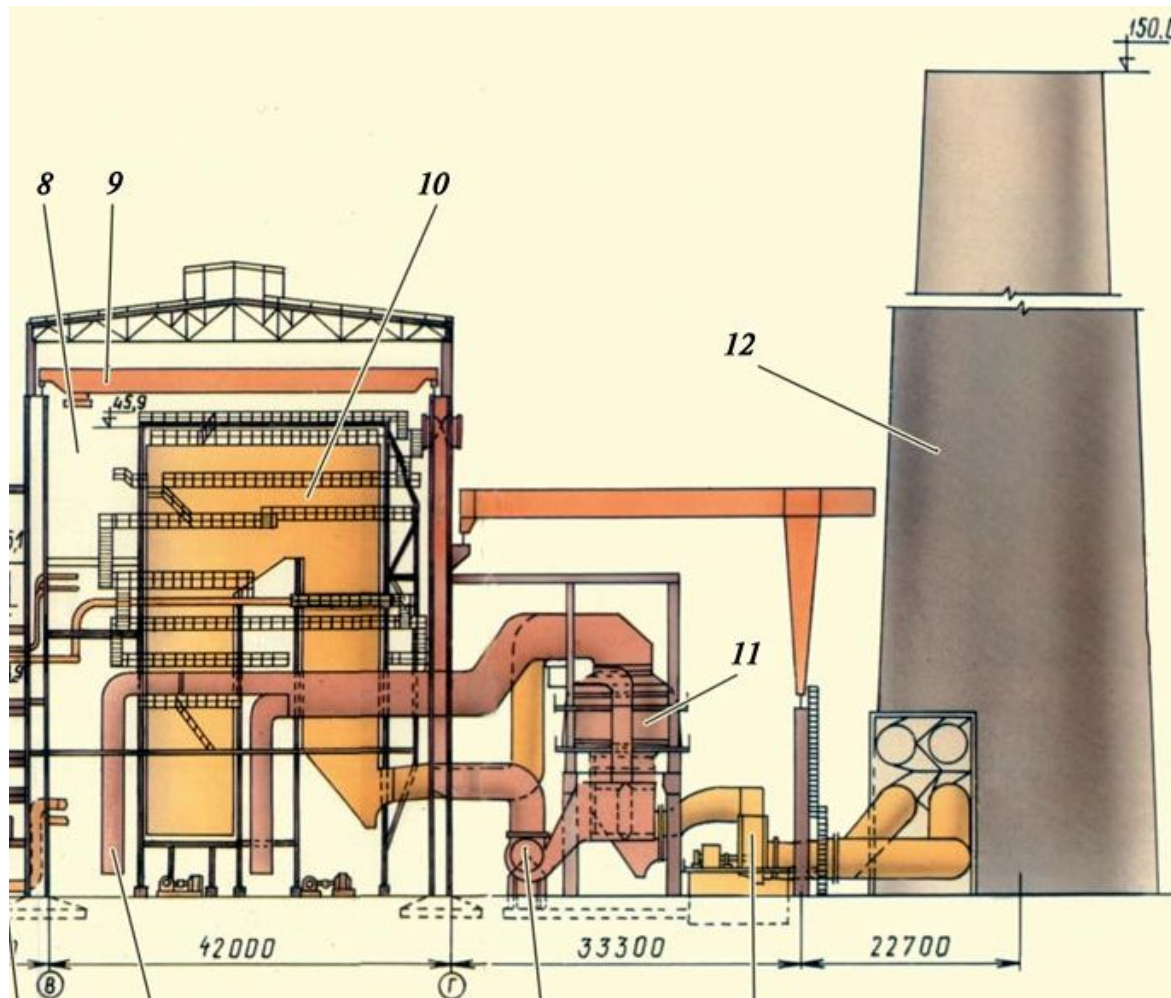
Давление  
острого  
пара в  
МПа

Температура  
острого пара  
в °С

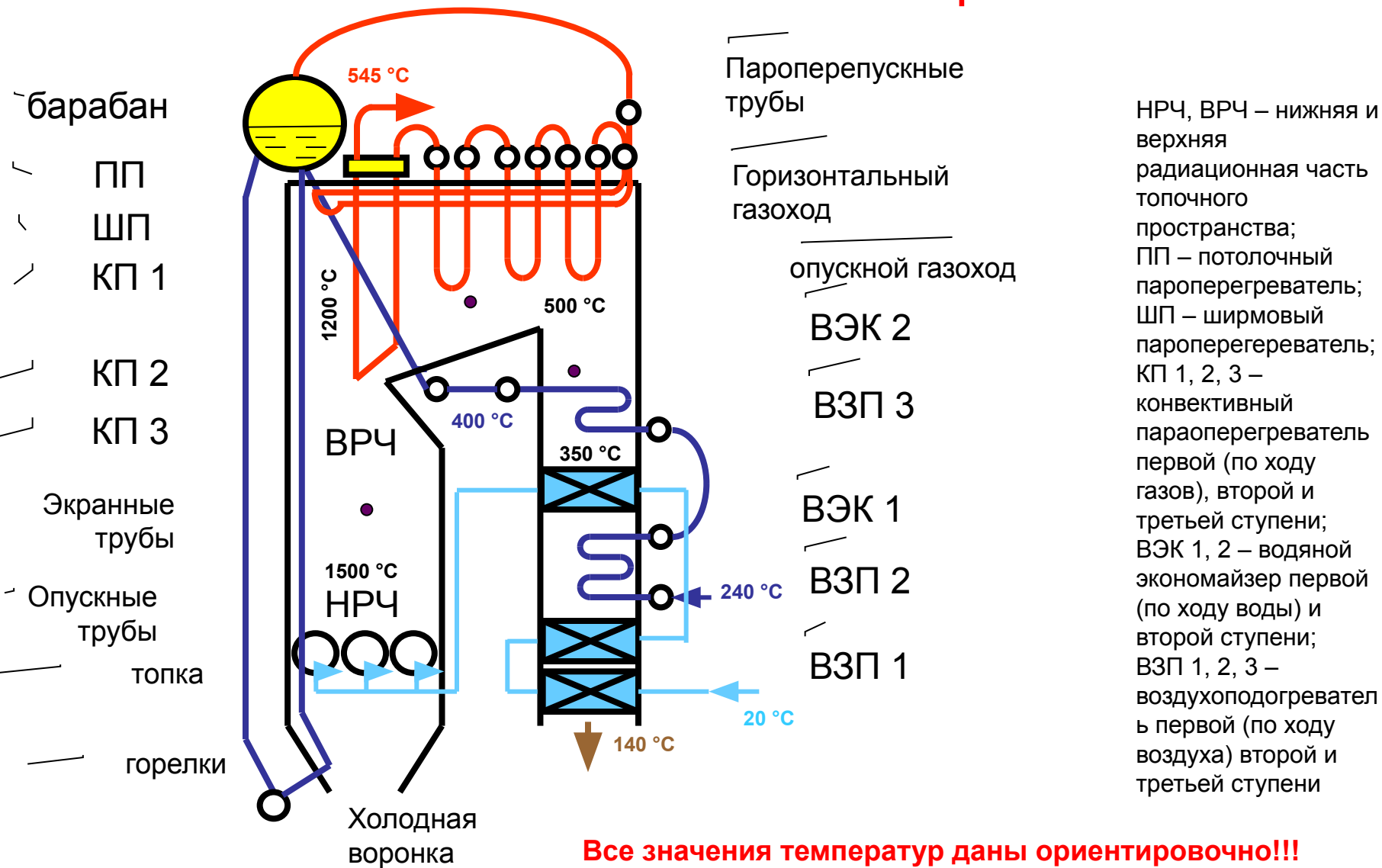
Температура  
пара  
промперегрева  
в °С

К – каменный  
уголь и  
полуантрацит;  
Б – бурый уголь;  
С – сланцы;  
М – мазут;  
Г – газ;  
Т – камерная  
топка с твердым  
шлакоудалением;  
Ж – жидкое  
шлакоудаление;  
В – вихревая  
топка;  
Ц – циклонная  
топка;  
Ф – топка с  
кипящим слоем

# Размещение котла с системами в главном корпусе



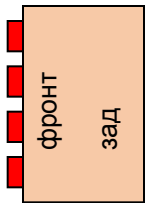
# Размещение поверхностей нагрева в котле барабанного типа



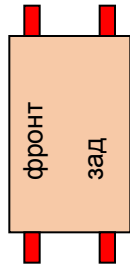
**Все значения температур даны ориентировочно!!!**

# Схемы компоновки горелок

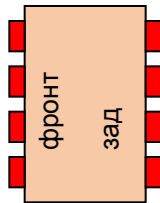
фронтальная



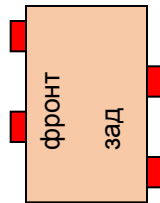
боковая



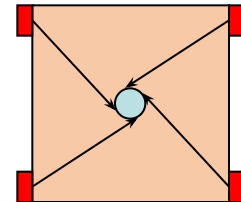
встречная



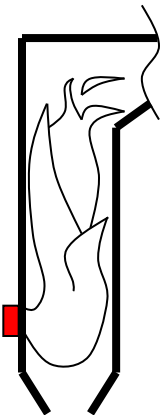
встречно-смещенная



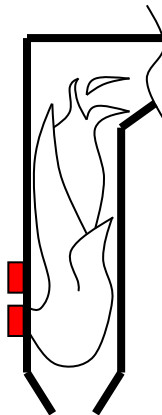
Тангенциальная при 4-х горелках в ярусе



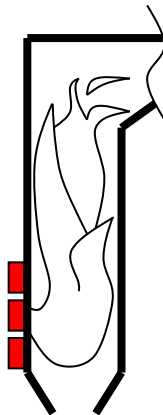
одноярусная



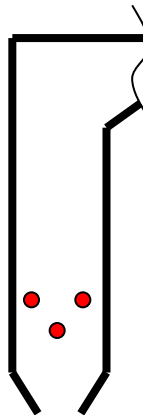
двухъярусная



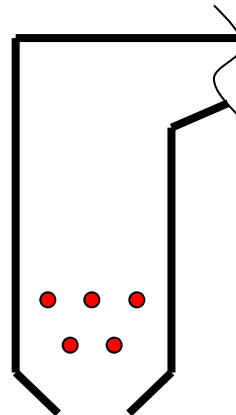
трех- и более ярусная



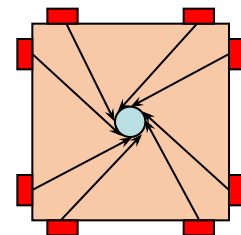
треугольное боковое



боковое W



Тангенциальная при 8-х горелках в ярусе

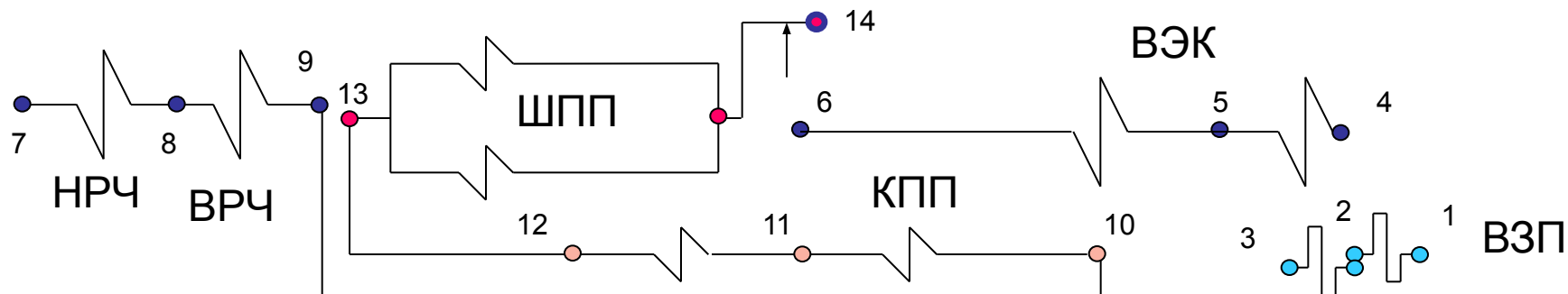
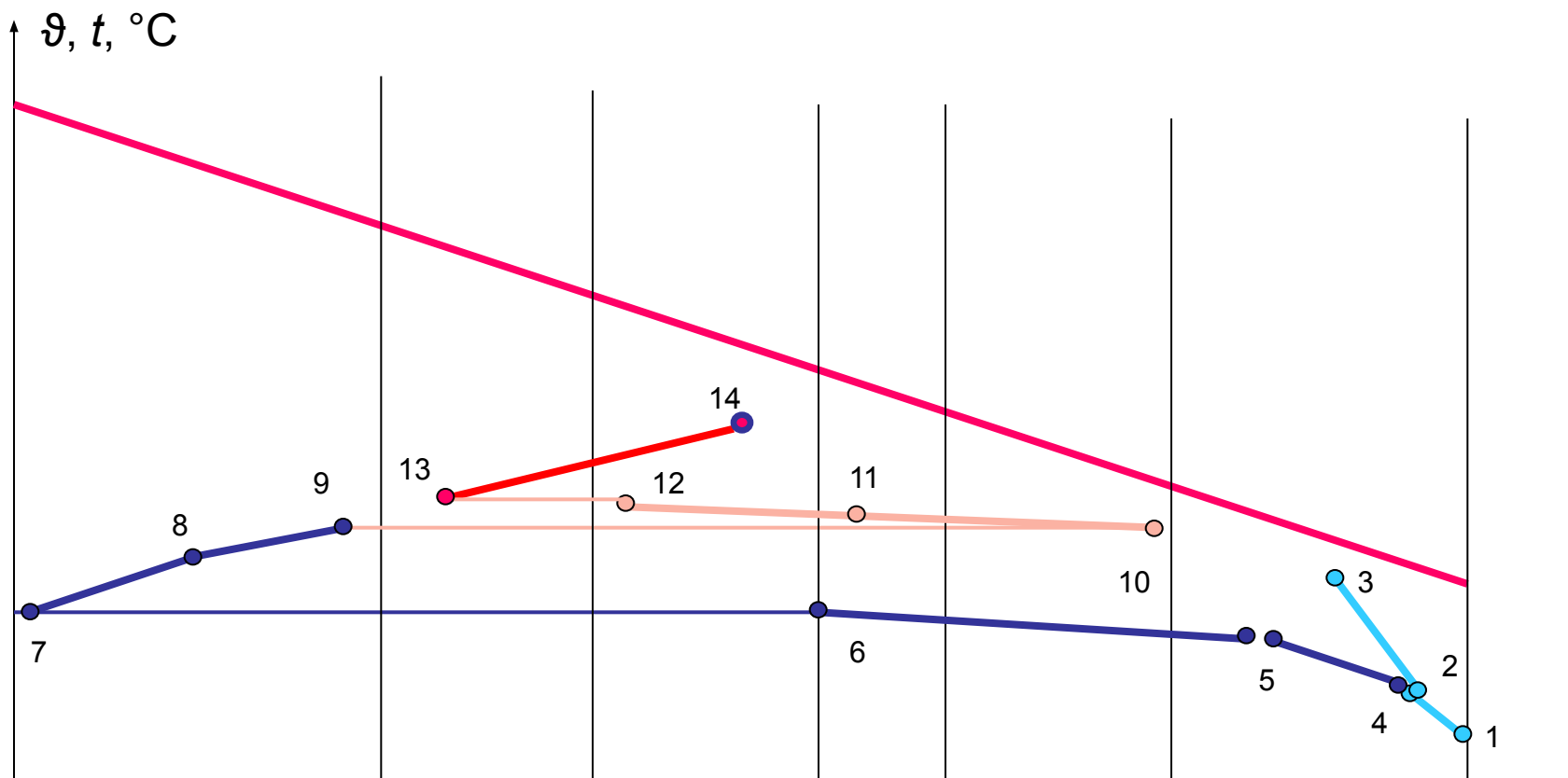


# Расчет котла

- **Тепловой**
  - Обеспечивает совокупность проектных решений по последовательности и взаимному расположению поверхностей нагрева в газовом тракте, организации движения в них среды (пара, воды, воздуха) и способу регулирования температуры пара;
  - Следствием расчета является определение КПД котла.
- **Аэродинамический**
  - Целью расчета является выбор тягодутьевых машин на основе определения производительности тяговой и дутьевой систем и перепада полных давлений в газовом и воздушном трактах.
- **Гидравлический**
  - Цель расчета – выбор оптимальной компоновки контуров котла, оценка надежности их работы и разработка мероприятий по повышению их надежности.

# Тепловой расчет котла

## тепловая схема котла





# Тепловой расчет котла

## Конструкторский

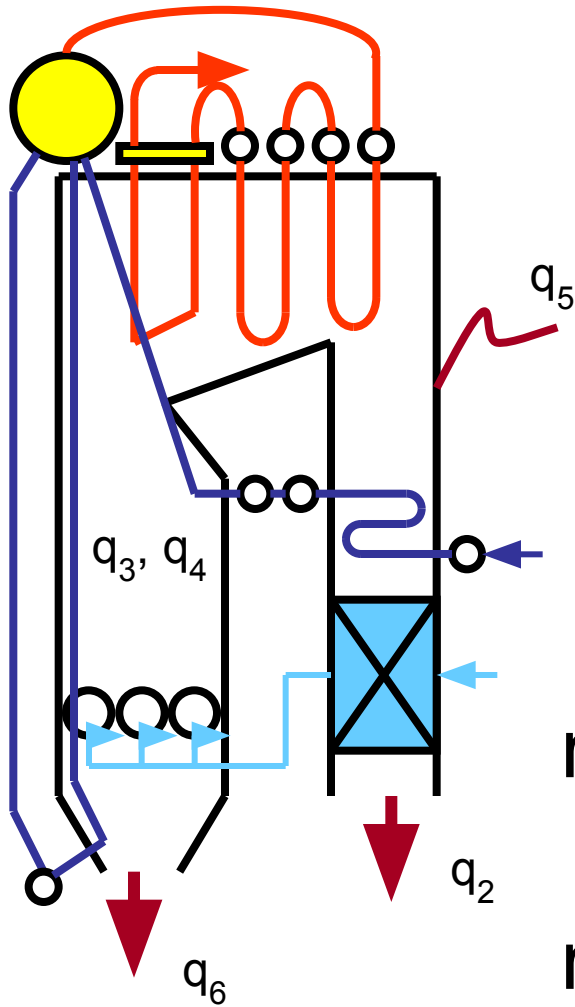
Определяет размеры поверхностей нагрева, обеспечивающих номинальную паропроизводительность для принятой тепловой схемы.

Исходными данными являются тип котла, паропроизводительность, температуры острого пара и пара промперегрева, марка топлива

## Поверочный

Проводят для определения условий работы при переходе на новое топливо, изменении паропроизводительности, температуры пара, модернизации поверхностей нагрева

# Тепловой баланс котла



$q_2$  – потери с уходящими газами;  
 $q_3$  – потери от химической неполноты сгорания;  
 $q_4$  – механический недожог;  
 $q_5$  – потери в окружающую среду;  
 $q_6$  – потери с теплотой шлака

$$\eta_{\text{котла}} = 1 - \sum q_i = 100 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 - q_6$$

$$\eta_{\text{котла}} = 0,89 \dots 0,93$$

# Аэродинамический расчет котла

С уравновешенной тягой

Воздушный и газовый тракты  
считаются отдельно

Цель расчета – выбор тягодутьевых машин по известным:

$Q$ , м<sup>3</sup>/с – подача и  $p$ , Па - напор

$Q = \beta_1 \frac{V}{z}$ , где  $\beta_1$  – коэффициент запаса по подаче = 1,1;  $V$  – расход газов или воздуха;  $z$  – число тягодутьевых машин

$p = \beta_2 \Delta p$ , где  $\beta_2$  – коэффициент запаса по напору = 1,2;  $\Delta p$  – перепад полных давлений, Па

$\Delta p$  – определяют с учетом суммарного сопротивления и суммарной самотяги на участке, т.е. учитываются сопротивления:

- Трения;
- Местные;
- Самотяги и ускорения.

С наддувом

Весь газоздушный тракт  
считается совместно

$V$  – определяют

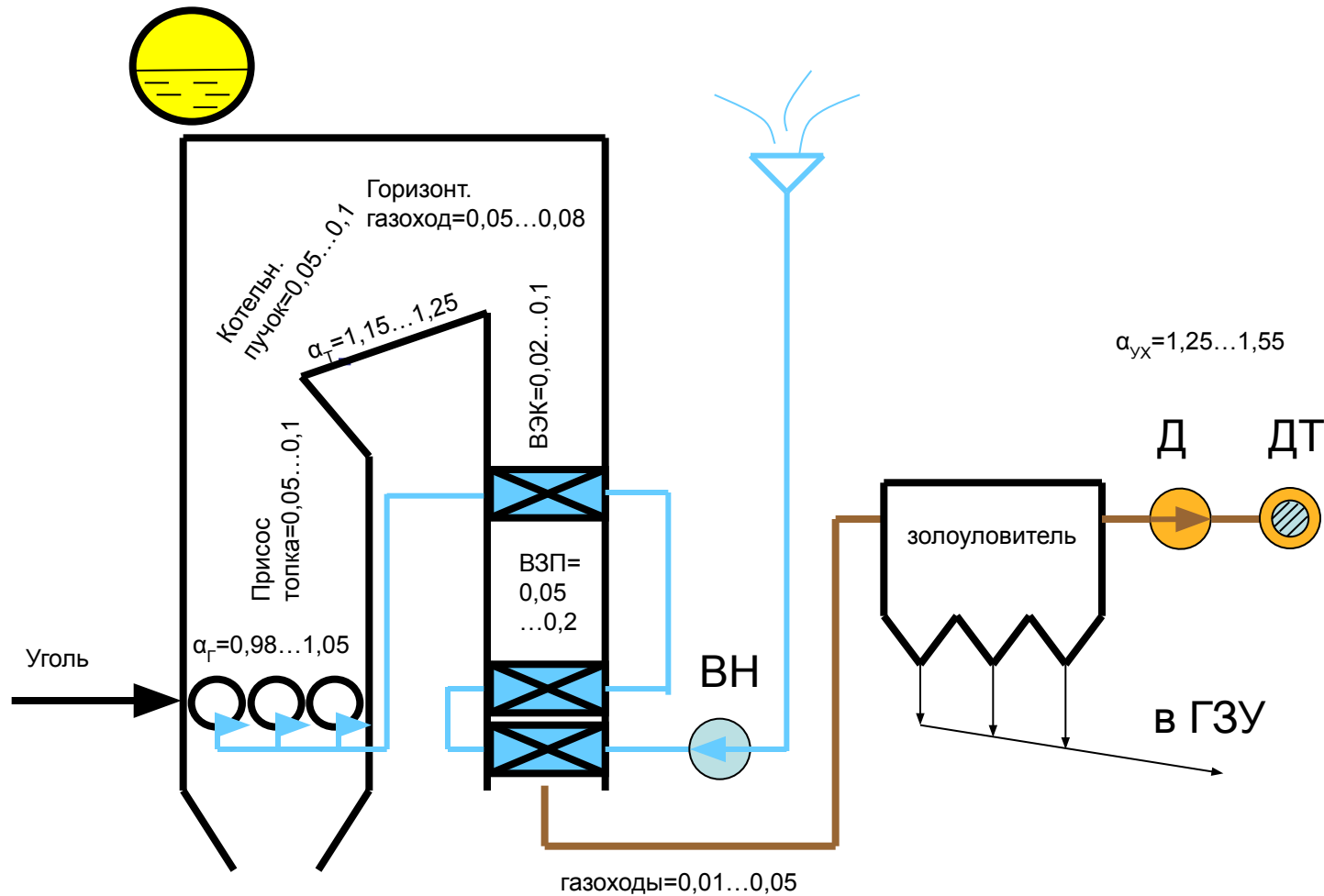
- для воздуха:  
по расходу топлива и теоретически необходимому количеству воздуха с учетом присосов по всему тракту
- для газов:  
по теоретическому объему продуктов сгорания с учетом избытков воздуха перед дымососами

Электрическая мощность на тягу и дутье, МВт

$$N = \beta_3 \frac{Q \cdot p}{\eta_{\text{Э}}}$$

, где  $\beta_3$  – коэффициент запаса = 1,1;  $\eta_{\text{Э}}$  – КПД эл. двигателя

# Избытки воздуха по тракту котла



**Все значения избытков воздуха и присосов даны ориентировочно!!!**

# Гидравлический расчет котла

## С естественной циркуляцией

Выбирается оптимальная компоновка контуров, оценка надежности их работы. Расчет циркуляции ведется для всех контуров

Расчет ведется итерационно, кратностью циркуляции (5-12) и скоростью среды (0,5-1,5 м/с) задаются.

Определяют:

- $G$  – расход воды в контуре, кг/с;
- $Q$  – тепловой мощности, необходимой для подогрева воды до точки закипания, кВт;
- $\Delta h$  – подогрева воды в опускных трубах (если есть)

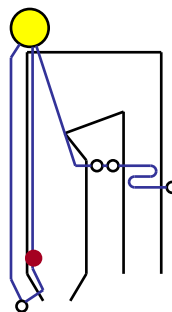
Затем определяют полезный движущий перепад всего контура

$$S_{\text{пол}} = S - \Delta p_{\text{под}}, \text{ где}$$

$S$  – движущий перепад давления, Па;

$\Delta p_{\text{под}}$  – сопротивление подъемных труб, Па

Точка закипания



## Прямоточный

Оценка надежной работы поверхностей нагрева, выбор рациональной их компоновки, определение потерь давления в тракте

$$\Delta p = \sum \Delta p_{\text{эл}} + \sum \Delta p_{\text{арм}} + \Delta p_{\text{охл}} + \Delta p_{\text{р.п.к.}}$$

Потери давления соответственно в:

- элементе;
- арматуре;
- пароохладителях;
- регулирующем питательном клапане

$$\Delta p_{\text{эл}} = \Delta p_{\text{тр}} + \sum \Delta p_{\text{мест}} + \Delta p_{\text{нив}}$$

Потери давления соответственно:

- на трение;
- местные;
- на (уменьшение) снос столба воды пузырьками пара;

# Гидравлический расчет котла

Надежность работы всех гидравлических контуров котла определяется по номинальному допускаемому напряжению металла стенки трубы соответствующего контура при рабочей температуре и давлении

$$\sigma_{\text{РАСЧ}} < [\sigma]$$

Расчетное напряжение в наиболее нагруженном сечении трубы  $\sigma_p$  должно быть меньше допустимого  $[\sigma]$

# Получение чистого пара

Требуемое по ПТЭ соле- и кремне- содержание обеспечивается

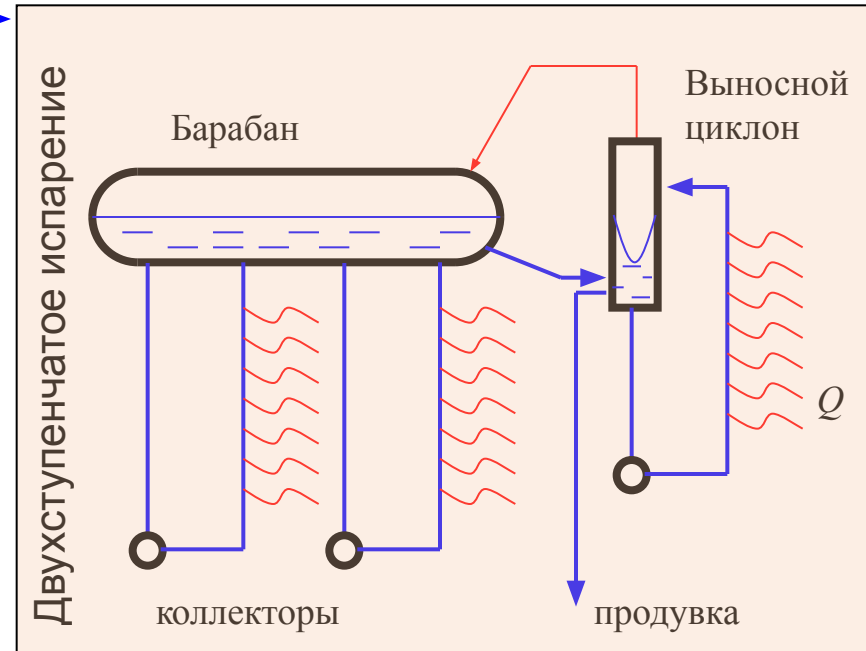
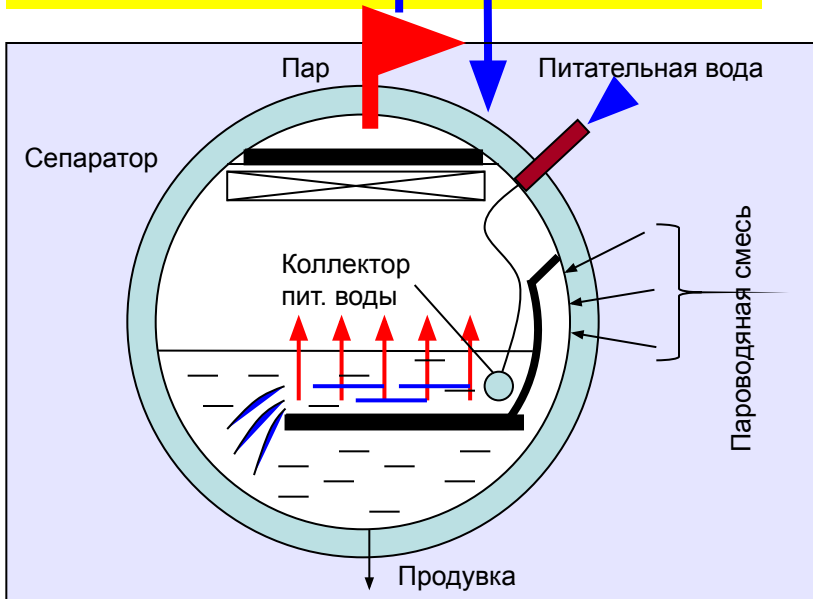
## Для барабанных котлов

- Питанием водой надлежащего качества;
- непрерывной и периодической продувкой;
- ступенчатым испарением;
- промывкой насыщенного пара питательной водой с последующим уменьшением влажности в сепараторах

## Для прямоточных котлов

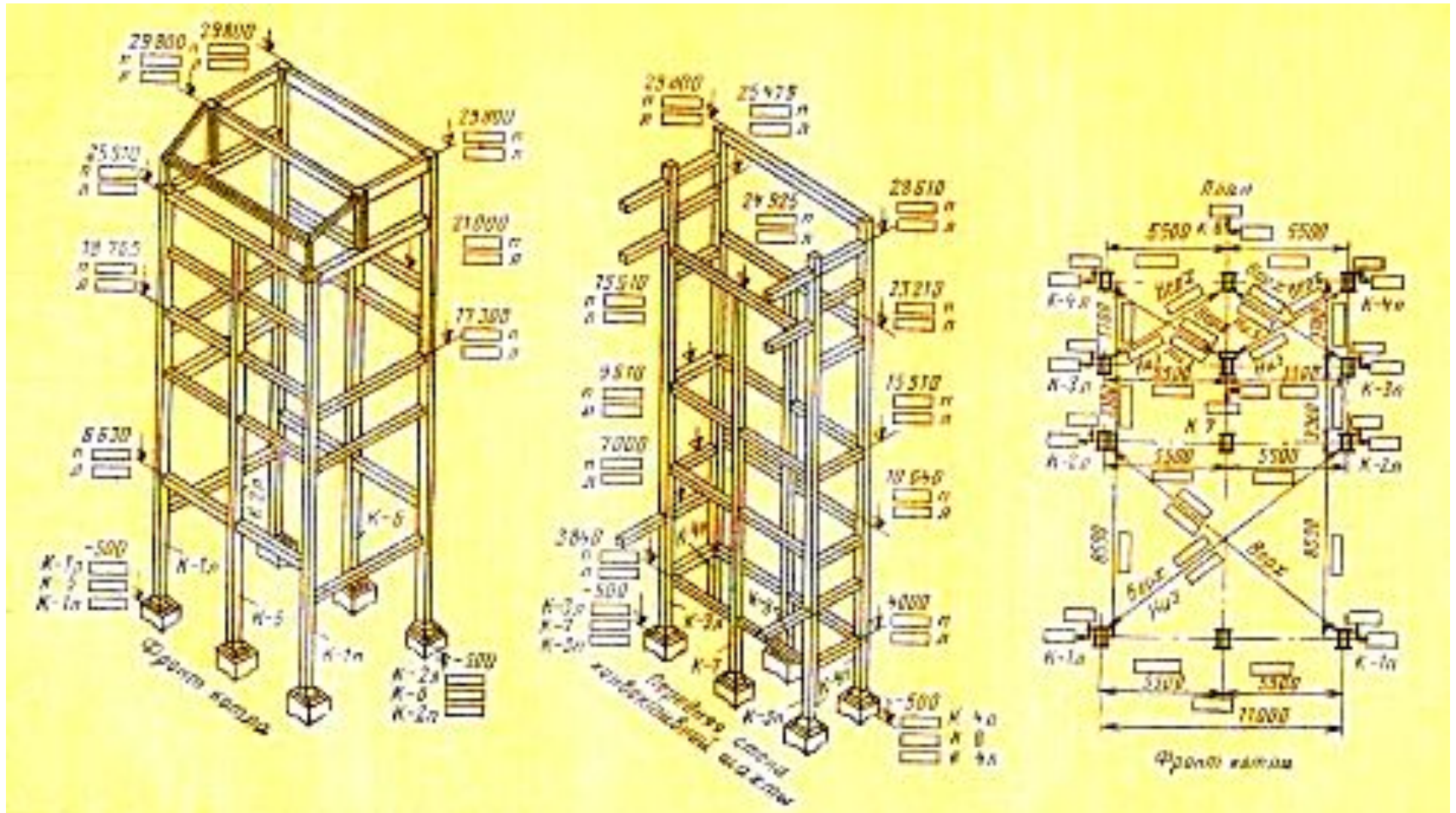
Питанием водой высокой чистоты

Периодическую продувку осуществляют из нижних точек барабана и коллекторов 2 раза в смену; непрерывную из «соленых» отсеков барабана или выносных циклонов



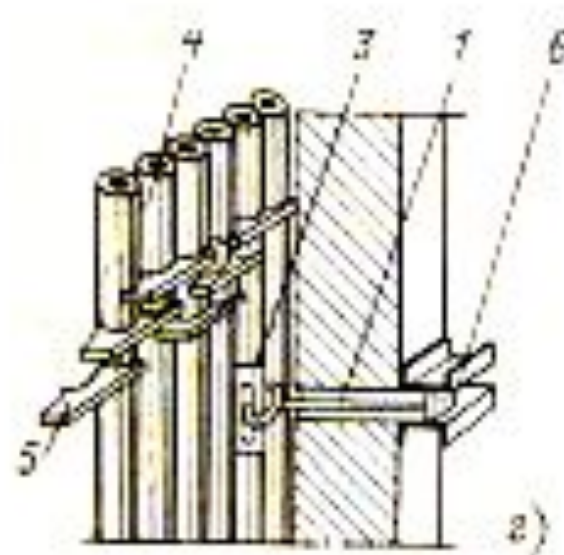
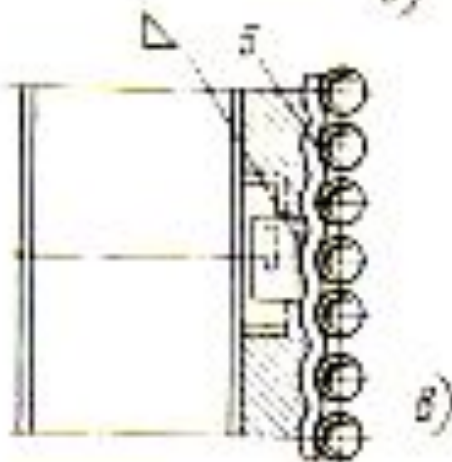
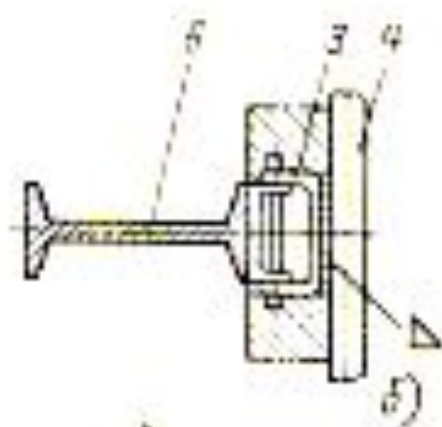
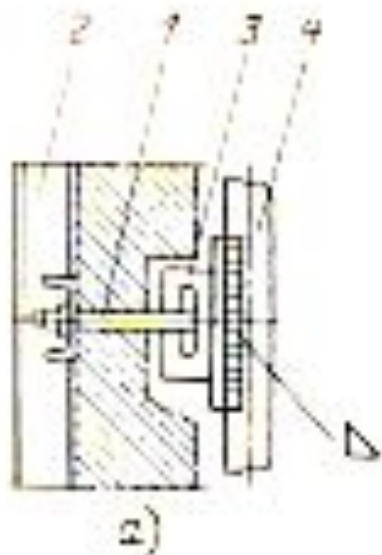
# Элементы конструкций котла

## каркас котла (формуляр)



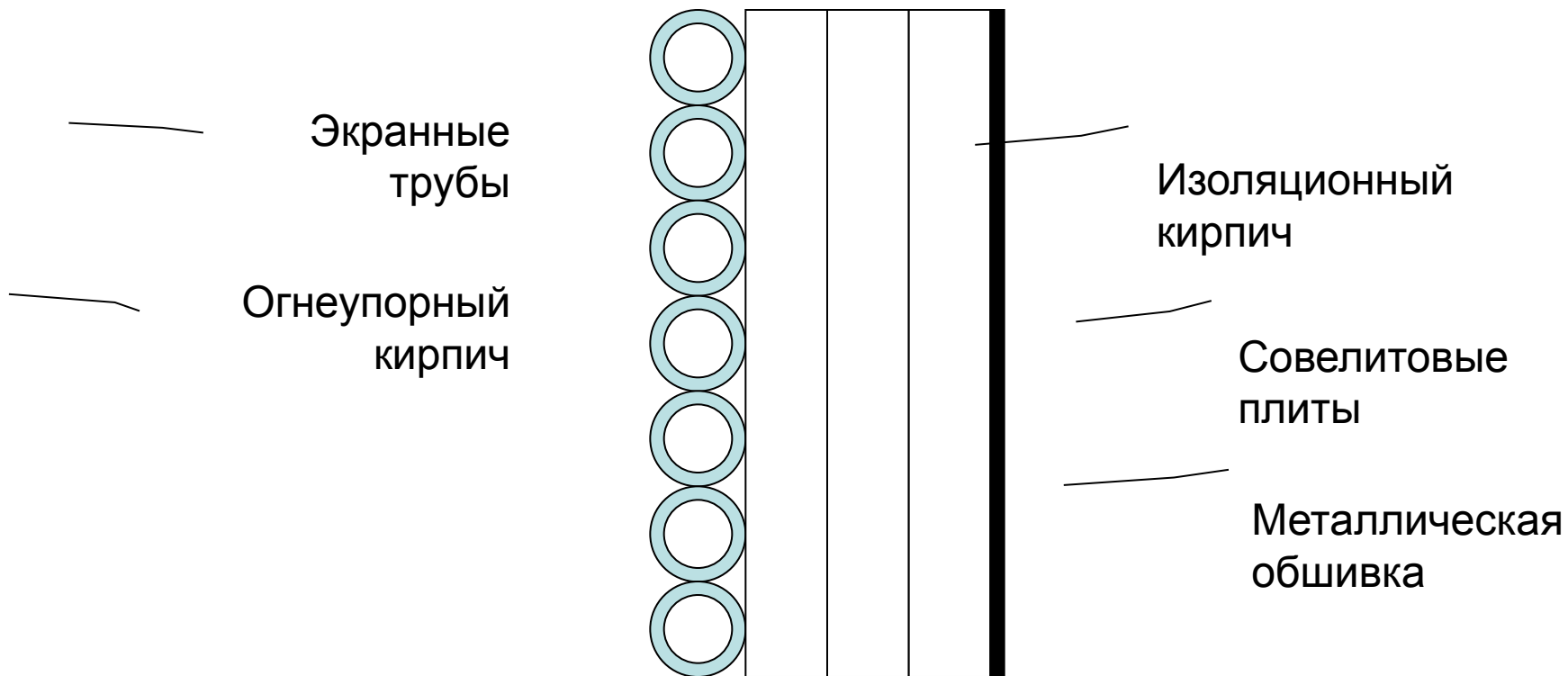


# Элементы конструкций котла экранные поверхности



# Элементы конструкций котла

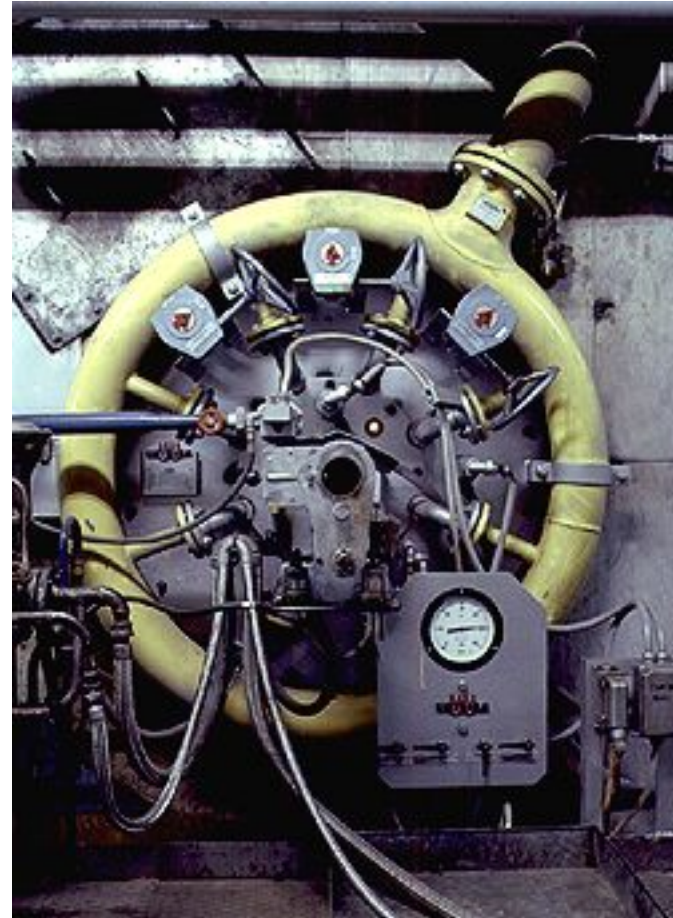
## трехслойная обмуровка



# Элементы конструкций котла

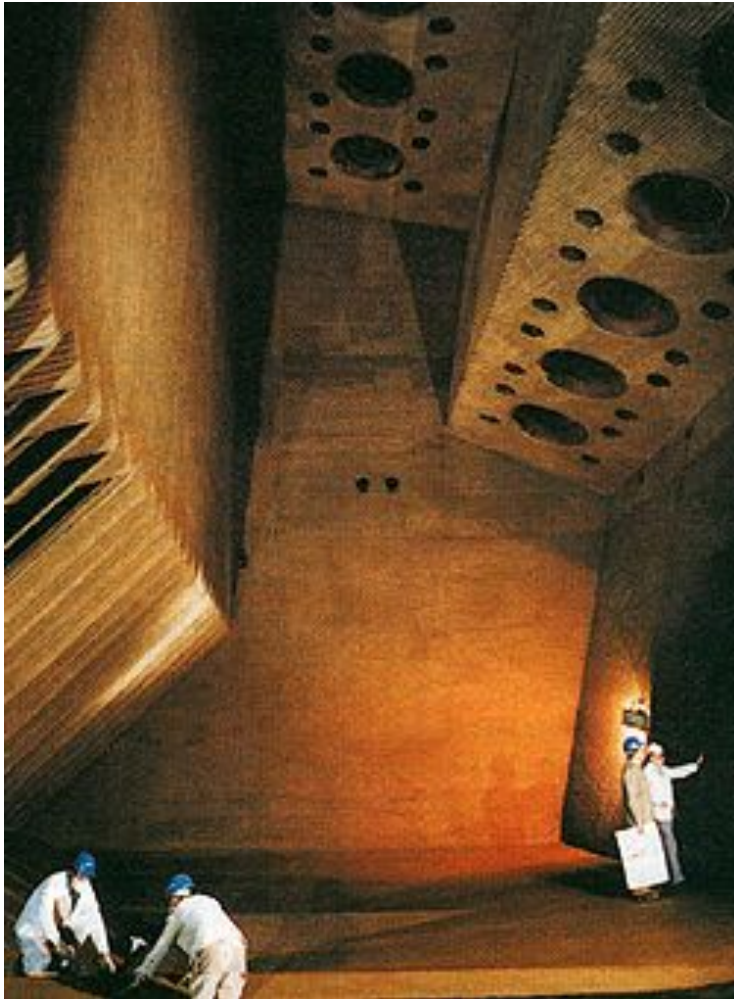


Три яруса горелок



Вихревая горелка

# Элементы конструкций котла



Газоходы



Возведение котлоагрегата

# Элементы конструкций котла

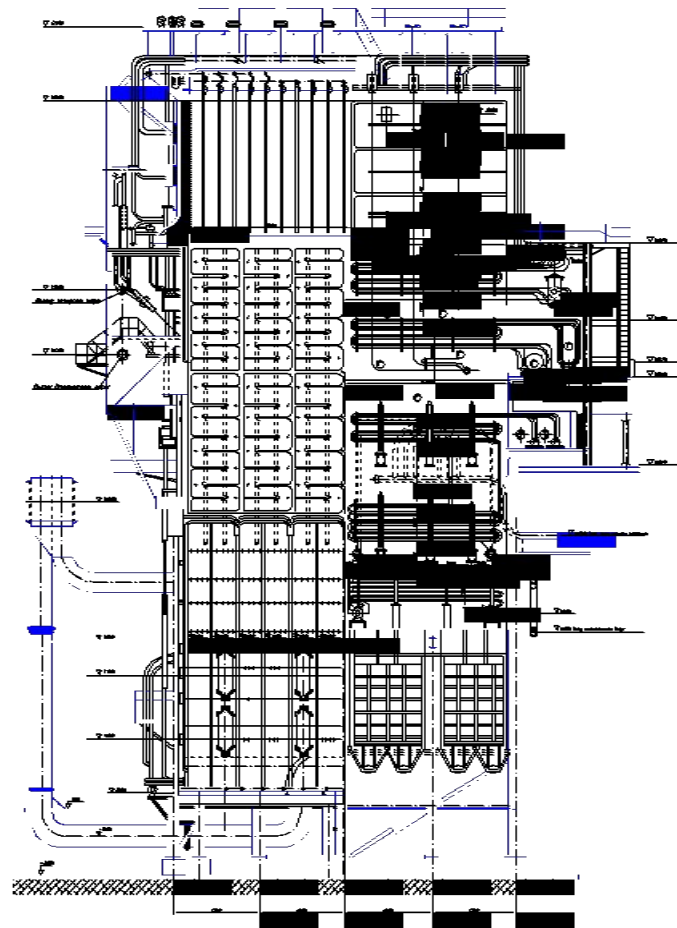
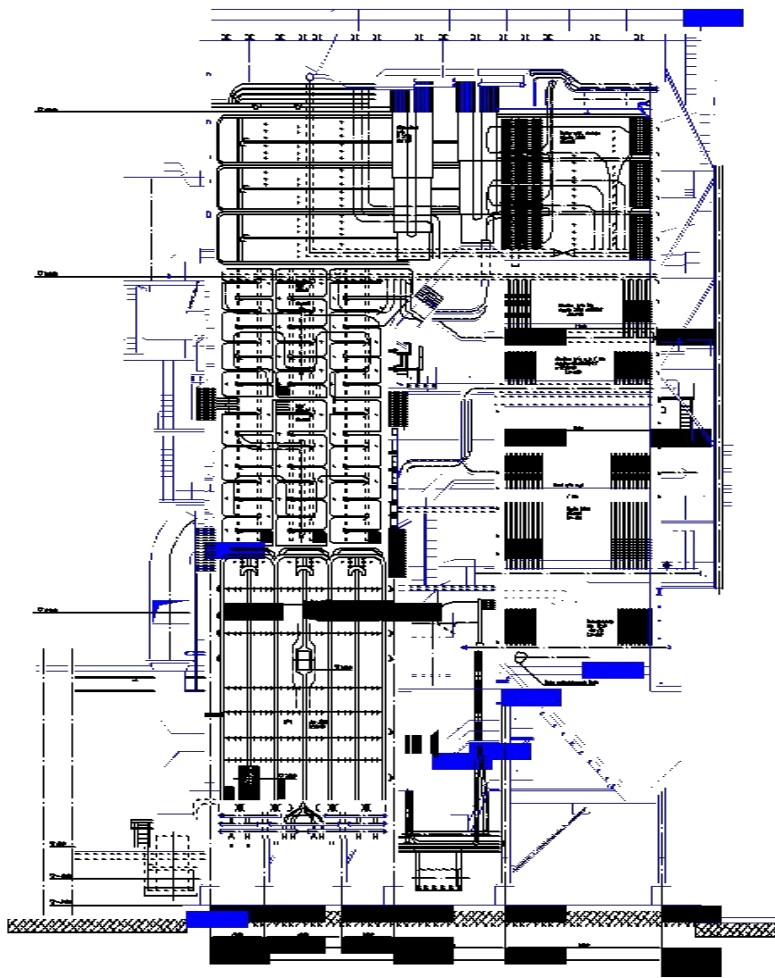


Без слов

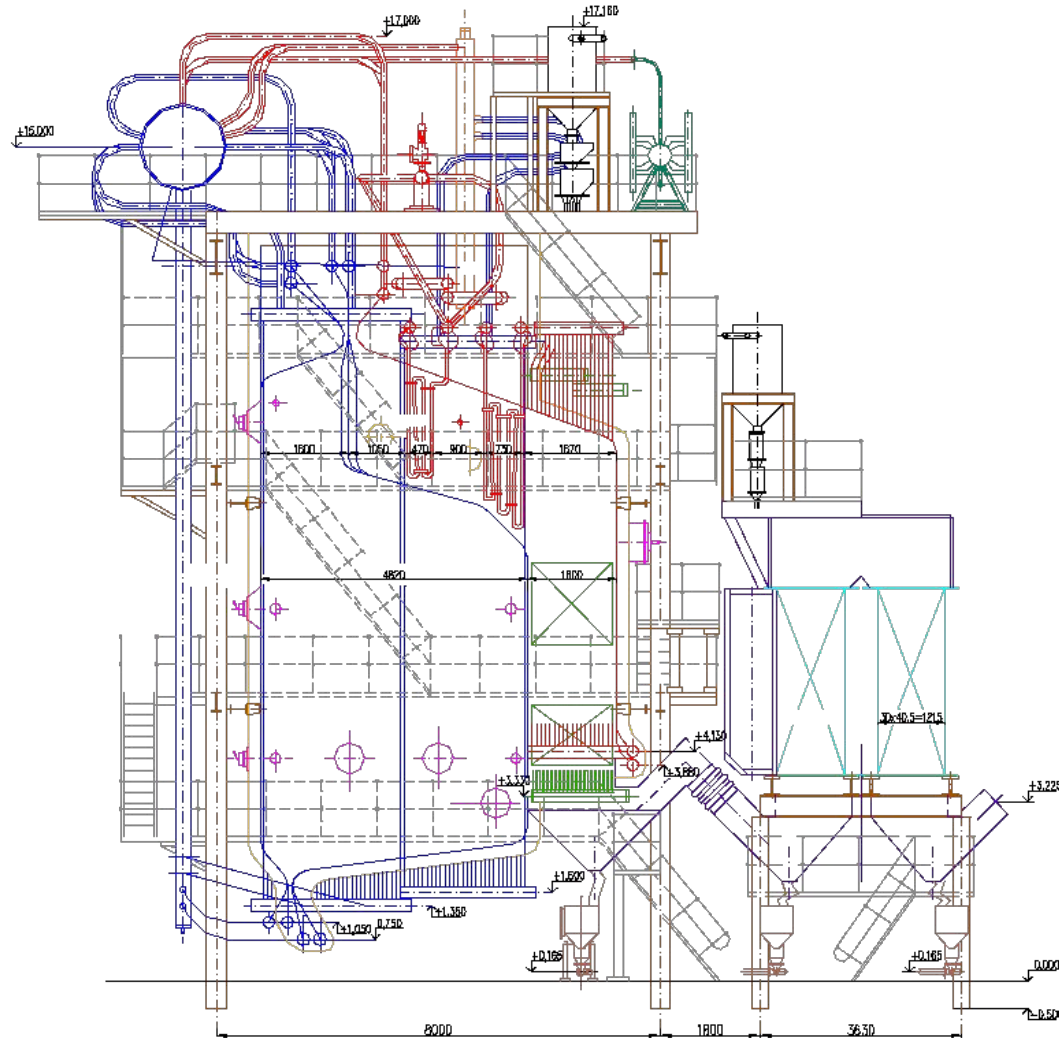


Лестницы и смотровые площадки

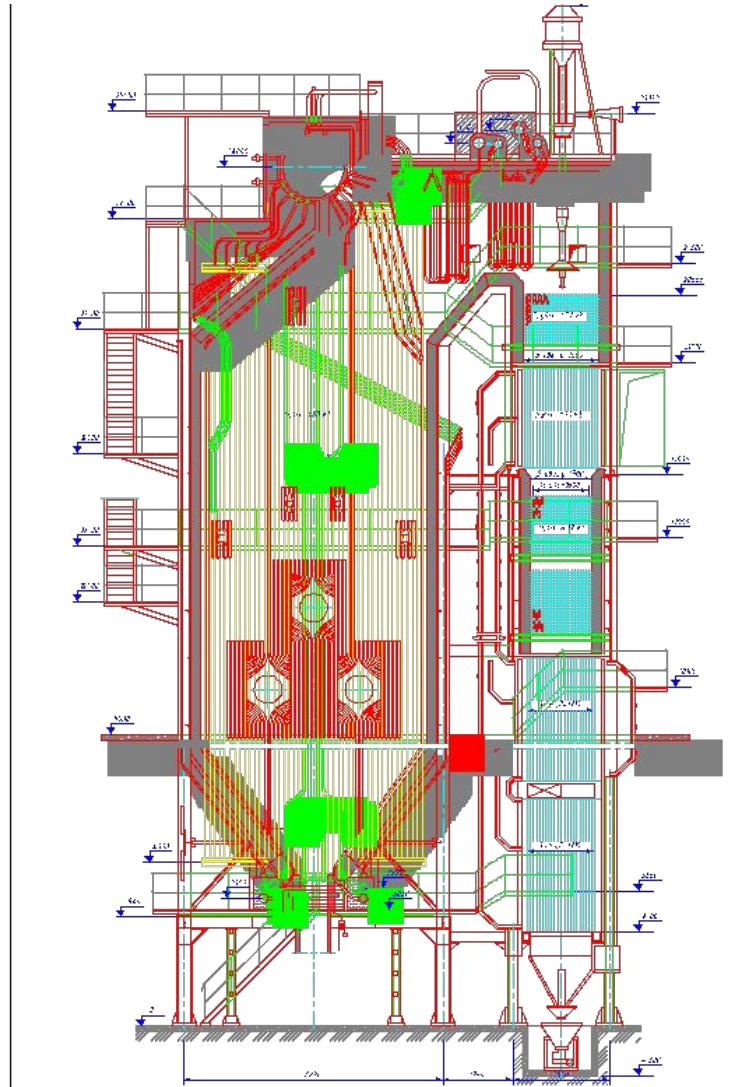
# Продольный и поперечный разрез котла ТГМП-314



# Продольный разрез котла Е-75-3,9-440 ГМ (БКЗ-75-39)



# Продольный разрез котла Е-75-3,9-440 КБТ (БКЗ-75-39)





Конец темы