

Промышленная теплоэнергетика

Котельные установки

Котельные установки

Устройства, предназначенные для получения пара или горячей воды, повышенного давления за счет теплоты, выделяемой при сжигании топлива или подводимой от посторонних источников (обычно с горючими газами), называют **котлами**.

Они делятся на котлы **паровые** и котлы **водогрейные**. Котлы, использующие (т. е. утилизирующие) теплоту отходящих из печей газов или других основных и побочных продуктов различных технологических процессов, называют **котлами-утилизаторами**.

Котельные установки

С целью обеспечения стабильной и безопасной работы котла его снабжают вспомогательным оборудованием, служащим:

- для подготовки и подачи топлива, воздуха,
- очистки и подачи воды,
- отвода продуктов сгорания и их очистки от золы и токсичных примесей,
- удаления золошлаковых остатков.

Котельные установки

Комплекс устройств, включающих в себя собственно котел и вспомогательное оборудование, называют **котельной установкой**.

Котельные установки, снабжающие паром турбины тепловых электрических станций, называют **энергетическими**.

Для снабжения паром производственных потребителей и отопления зданий иногда строят специальные **производственные** и **отопительные** котельные установки.

В качестве источников теплоты для котельных установок используются природные и искусственные топлива, отходящие газы промышленных печей и других устройств, солнечная энергия, энергия деления ядер тяжелых элементов (урана, плутония) и т. д.

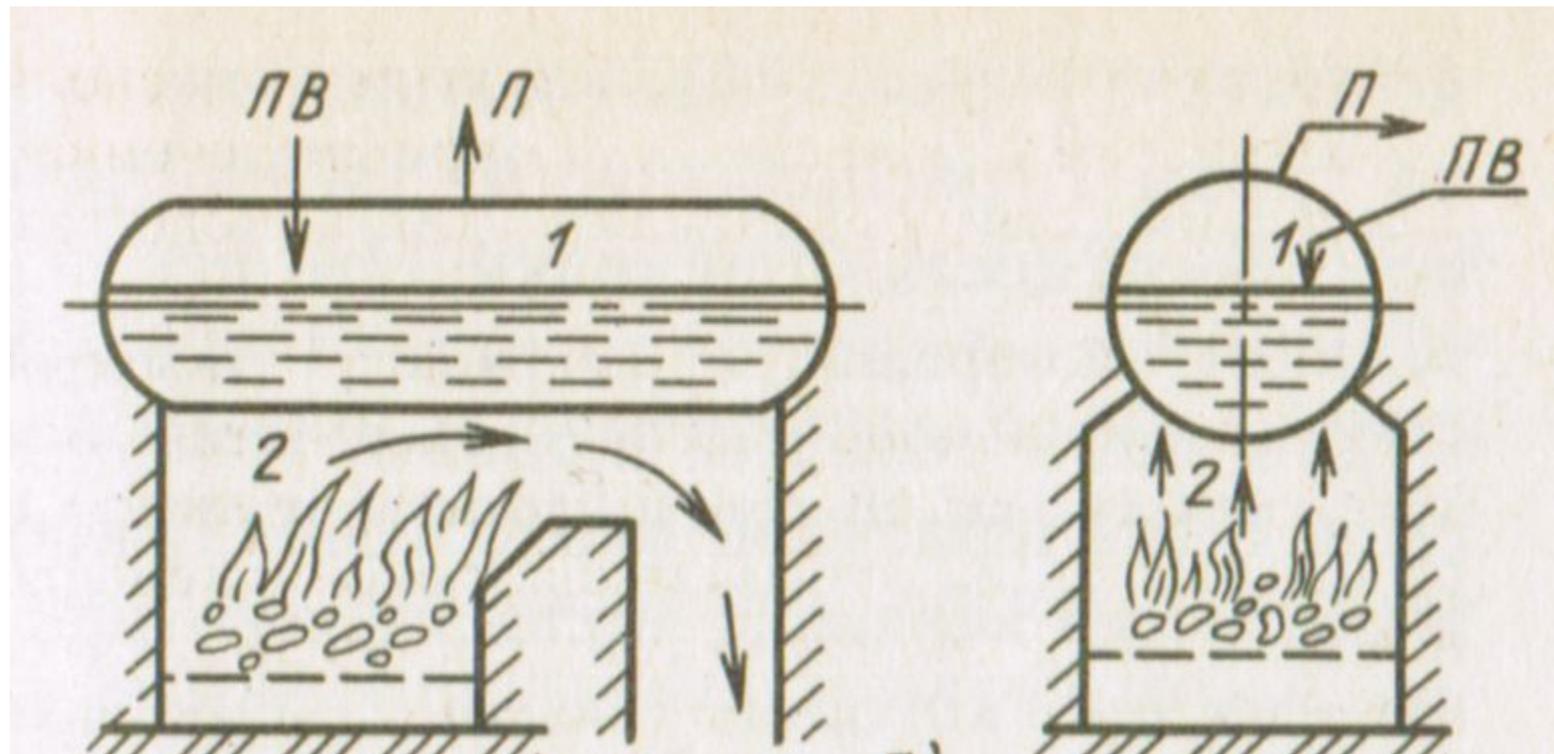
Котельные установки

Развитие конструкций котлов исторически шло в направлении повышения паропроизводительности, параметров производимого пара (давления и температуры), надежности и безопасности в эксплуатации, увеличения экономичности (КПД) и снижения массы металлоконструкций, приходящейся на 1 т вырабатываемого пара.

Исходным типом современных котлов был простой цилиндрический котел, выполненный в виде горизонтального барабана с топкой под ним. Стенки барабана были одновременно и поверхностью нагрева.

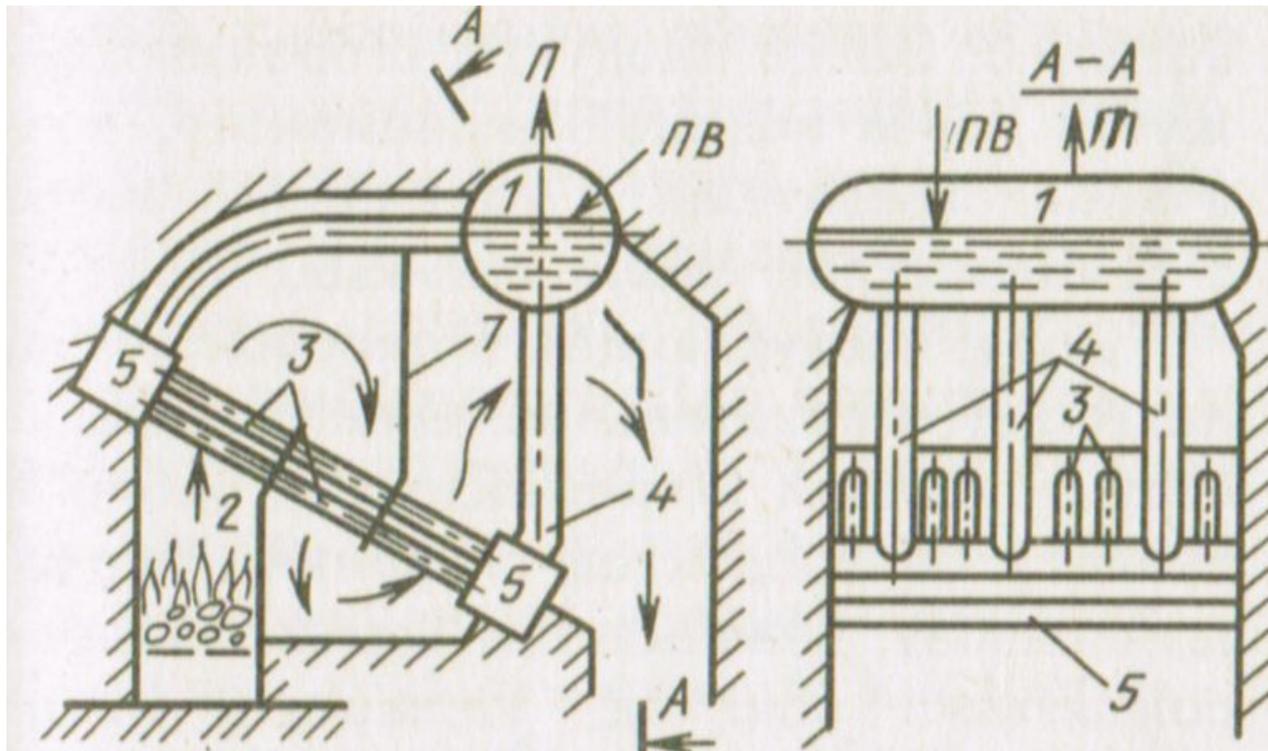
Простой цилиндрический котел

1 – барабан, 2 – топка, ПВ – питательная вода, П - пар



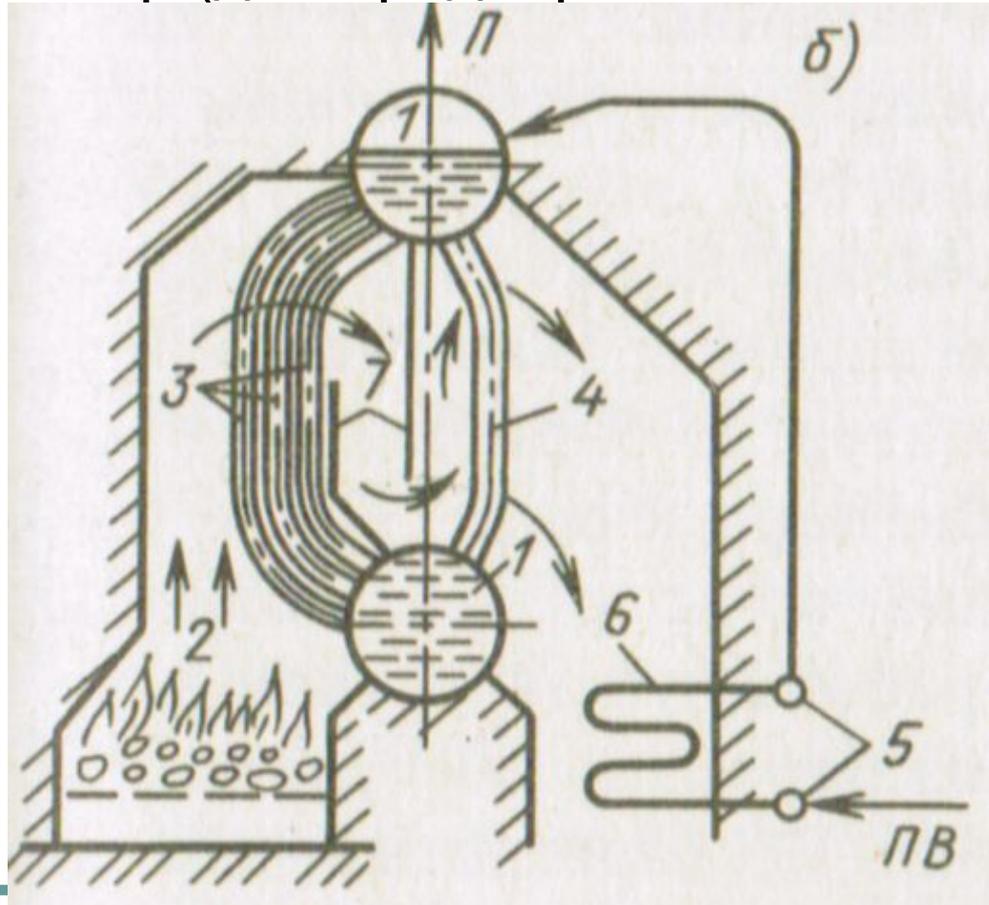
Водогрейный котел с наклонным трубным пучком

3 – трубы испарительного пучка, 4 – опускные трубы, 5 – коллекторы, 7 - перегородки



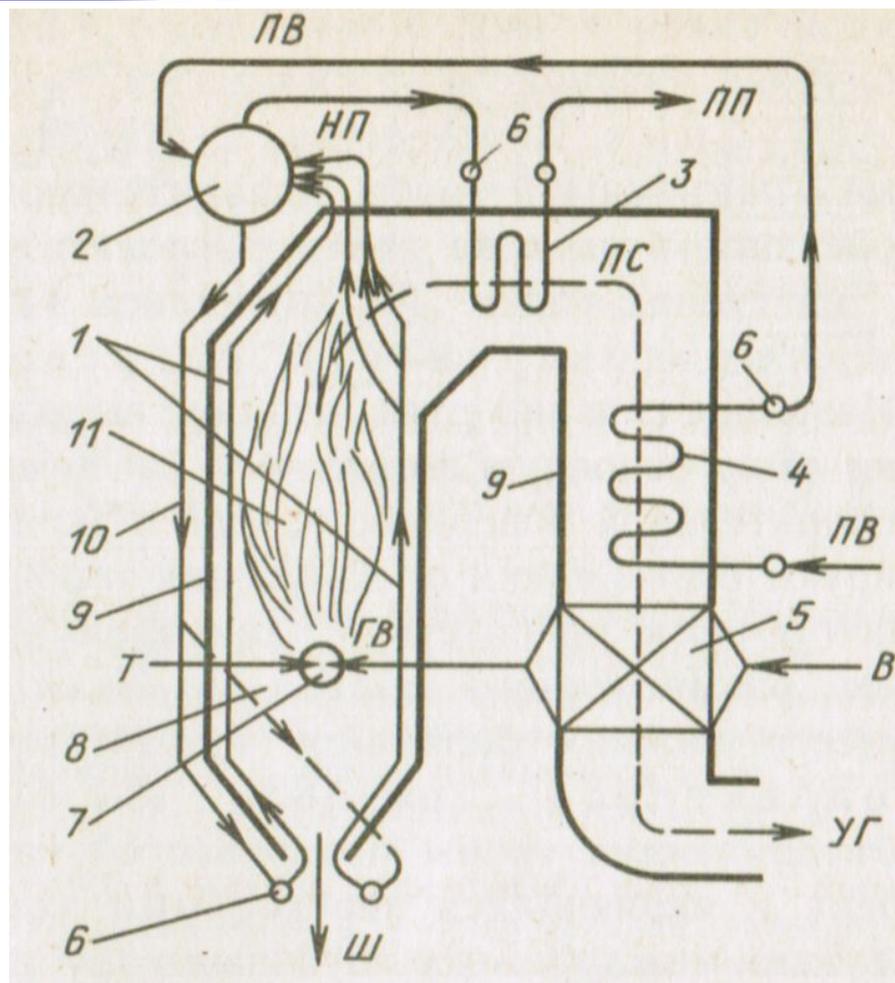
Двухбарабанный вертикально-водотрубный котел

6 – водяной экономайзер (для предварительного подогрева воды)



Современный котел

Современный
вертикально-
водотрубный
барабанный
паровой котел
с естественной
циркуляцией



Современный котел

ПП – питательная вода, НП – насыщенный пар, ПП – перегретый пар, Т – топливо, В – воздух, ГВ – горячий воздух, ПС – продукты сгорания, УГ – уходящие газы, Ш – шлак.

1 – экранные трубы, 2 – барабан, 3 – пароперегреватель, 4 – водяной экономайзер, 5 – воздухоподогреватель, 6 – коллекторы, 7 – горелка, 8 – топка, 9 – контур (стена), 10 – опускная труба, 11 – топочный факел

Современный котел

Температура:

- Факел: 1500 С;
- В зоне пароперегревателя: 1000 С;
- В зоне водяного экономайзера и водоподогревателя: 500-700 С;
- На выходе из котельной установки: 110 -150 С.

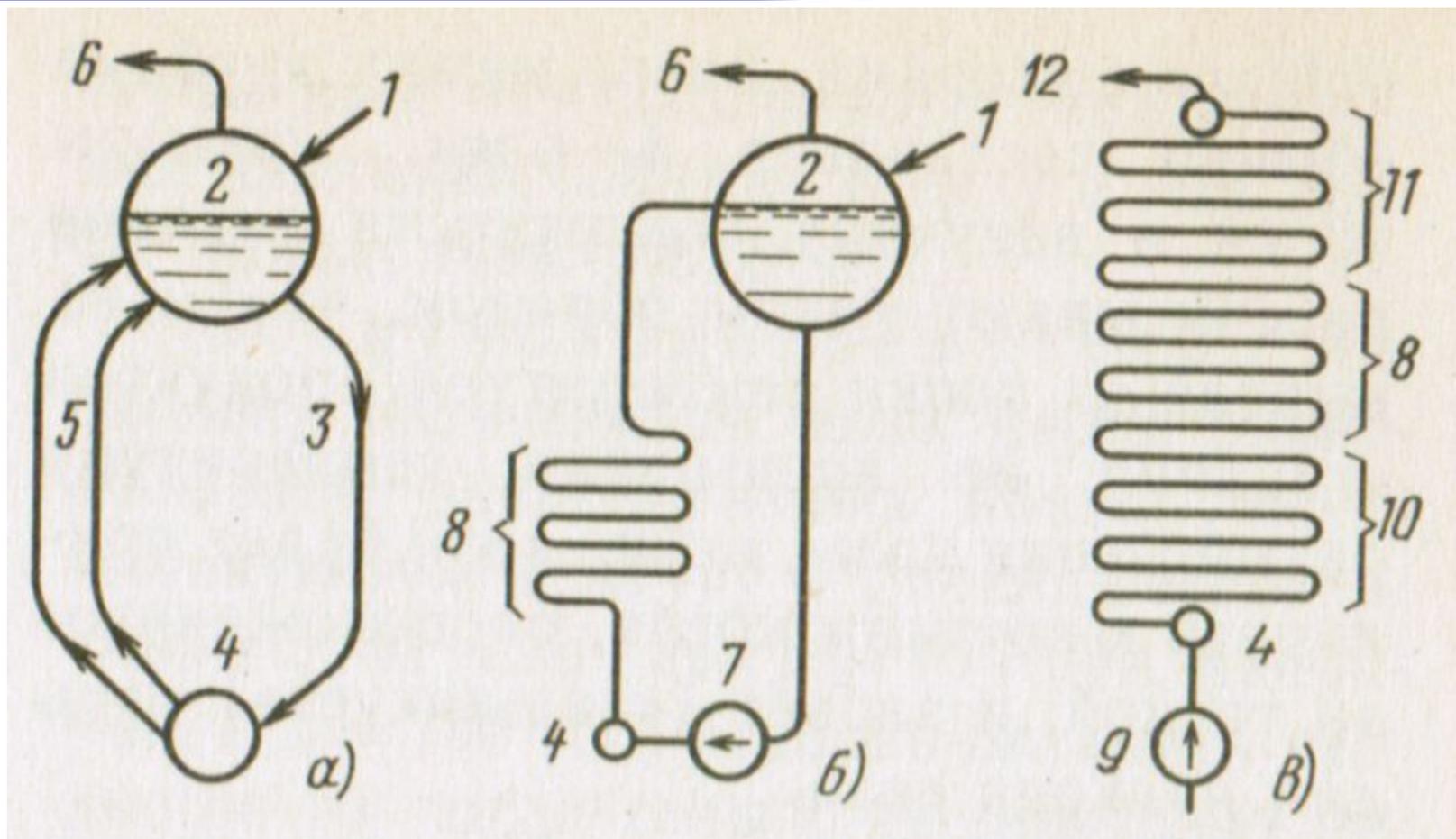
Современный котел

Трубы и барабан смонтированы на каркасе, состоящем из колонн и поперечных балок.

Топка и котел защищены от теплопотерь обмуровкой (слой огнеупорных и теплоизоляционных материалов).

Обмуровка покрыта газоплотной стальной обшивкой)

Основные схемы движения воды, пароводяной смеси и пара в котельных агрегатах



Основные схемы движения воды, пароводяной смеси и пара в котельных агрегатах

а – естественная циркуляция; б – многократно-принудительная циркуляция; в – прямоточное движение.

1 – подвод питательной воды, 2 – барабан, 3 – необогреваемые опускные трубы, 4 – нижний коллектор, 5 – обогреваемые подъемные трубы, 6 – отвод насыщенного пара, 7 – циркуляционный насос. 8 – испарительная поверхность, 9 – питательный насос, 10 – экономайзерная часть поверхности нагрева, 11- пароперегревательная часть поверхности нагрева, 12 – отвод перегретого пара

Тепловой баланс парового котла

Уравнение теплового баланса:

$$Q_i^r = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5,$$

Где Q_i^r - низшая теплота сгорания единицы топлива в рабочем состоянии;

Q_1 – использованная теплота (на подогрев, испарение воды и перегрев пара);

Q_2 – потери теплоты с уходящими газами;

Q_3 – потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива;

Q_4 - потери теплоты от механического недожога;

Q_5 – потери теплоты через ограждения топки и конвективных газоходов.

Тепловой баланс парового котла

Уравнение теплового баланса в процентах:

$$100 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5$$

КПД брутто котла (не учитывает затраты теплоты на собственные нужды):

$$\eta_{\kappa} = \frac{100Q_1}{Q_i^r} = q_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta_{\kappa} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5)$$

Тепловой баланс парового котла

Теплота Q_1 , воспринятая водой и паром в котле, определится по формуле:

$$Q_1 = D(h_{пп} - h_{пв})/B,$$

где $h_{пп}$ - энтальпия перегретого пара;

$h_{пв}$ - энтальпия питательной воды.

Отсюда получим формулу для расчета топлива:

$$B = \frac{D(h_{пп} - h_{пв})}{Q_k^r \eta}$$

В современных котлах КПД превышает 90%.