

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

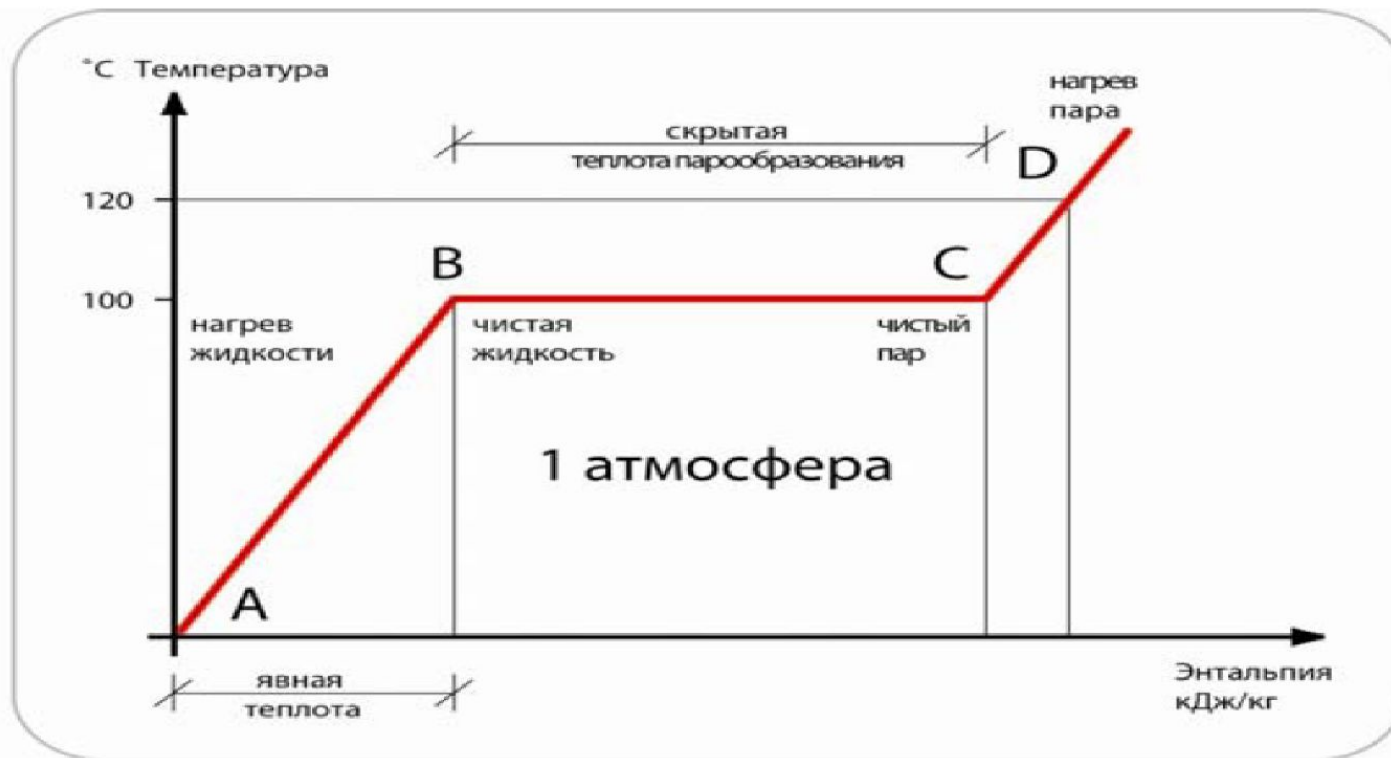
**Разработка проектных решений по
переводу паровых котлов
электростанций в
конденсационный режим с целью
увеличения КПД котла и
уменьшения расхода топлива**

Явная теплота – та теплота, при которой изменение ее количества тепла подведенного к телу вызывает изменение его температуры

Скрытая теплота – та теплота, которая не изменяет температуры тела, а служит для изменения агрегатного состояния тела

Энтальпия - количество тепла, содержащееся в единице массы вещества , кДж/кг

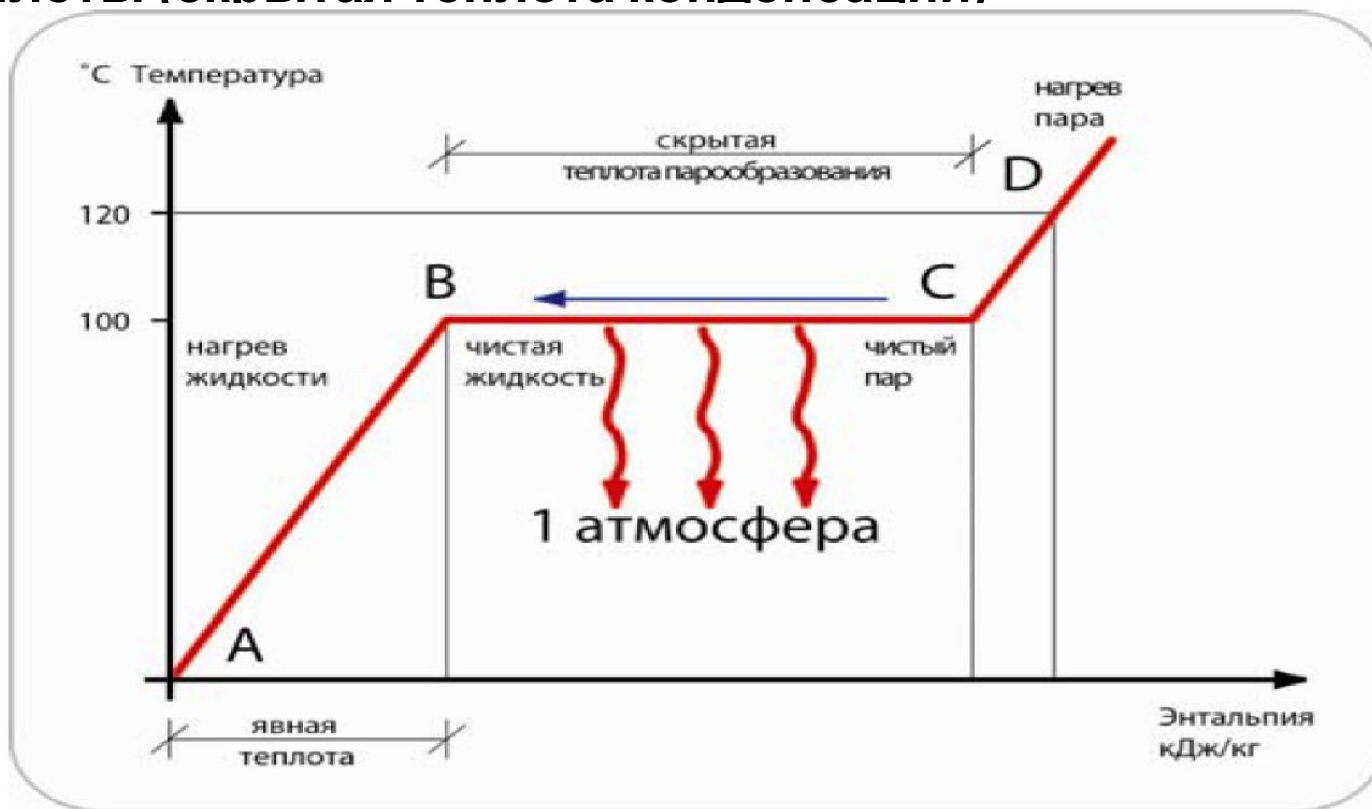
Данный график показывает процесс нагрева воды при постоянном давлении равном 1 атм



- А-В** происходит нагрев воды от температуры 0°C до температуры 100°C (при этом все тепло, подведенное к воде идет на повышение ее температуры)
- В-С** происходит кипение воды(при этом все тепло, подведенное к воде, идет на преобразование ее в пар, температура при этом остается постоянной 100°C)
- С - Д** вся вода превратилась в пар(выкипела) и теперь тепло идет на повышение температуры пара

Если мы будем охлаждать дымовые газы, то при определенных условиях водяные пары начнут конденсироваться (переходить из газообразного состояния в жидкое)

При этом будет выделяться дополнительное количество теплоты (скрытая теплота конденсации)



Выделение скрытой теплоты, при конденсации водяных паров (процесс С-В)

- ***Низшая теплота сгорания топлива*** - теплота, которая выделяется при полном сгорании топлива, $\text{КДж/кг}^{\circ}\text{С}$
- ***Высшая теплота сгорания топлива*** - сумма низшей теплоты сгорания топлива и скрытой теплоты конденсации, $\text{КДж/кг}^{\circ}\text{С}$

Величины высшей и низшей теплоты сгорания для различных видов топлива

Тип топлива	PCS (kcal)	PCI (kcal)	разница (%)
Солярка	10.600/kg	10.210/kg	3,82
Керосин	10.700/kg	10.290/kg	3,98
Печное топливо	10.200/kg	9.760/kg	4,51
Метан	9.530/Nm ³	8.570/Nm ³	11,20
Пропан	23.850/Nm ³	21.600/Nm ³	10,42
Бутан	30.500/Nm ³	28.300/Nm ³	7,77

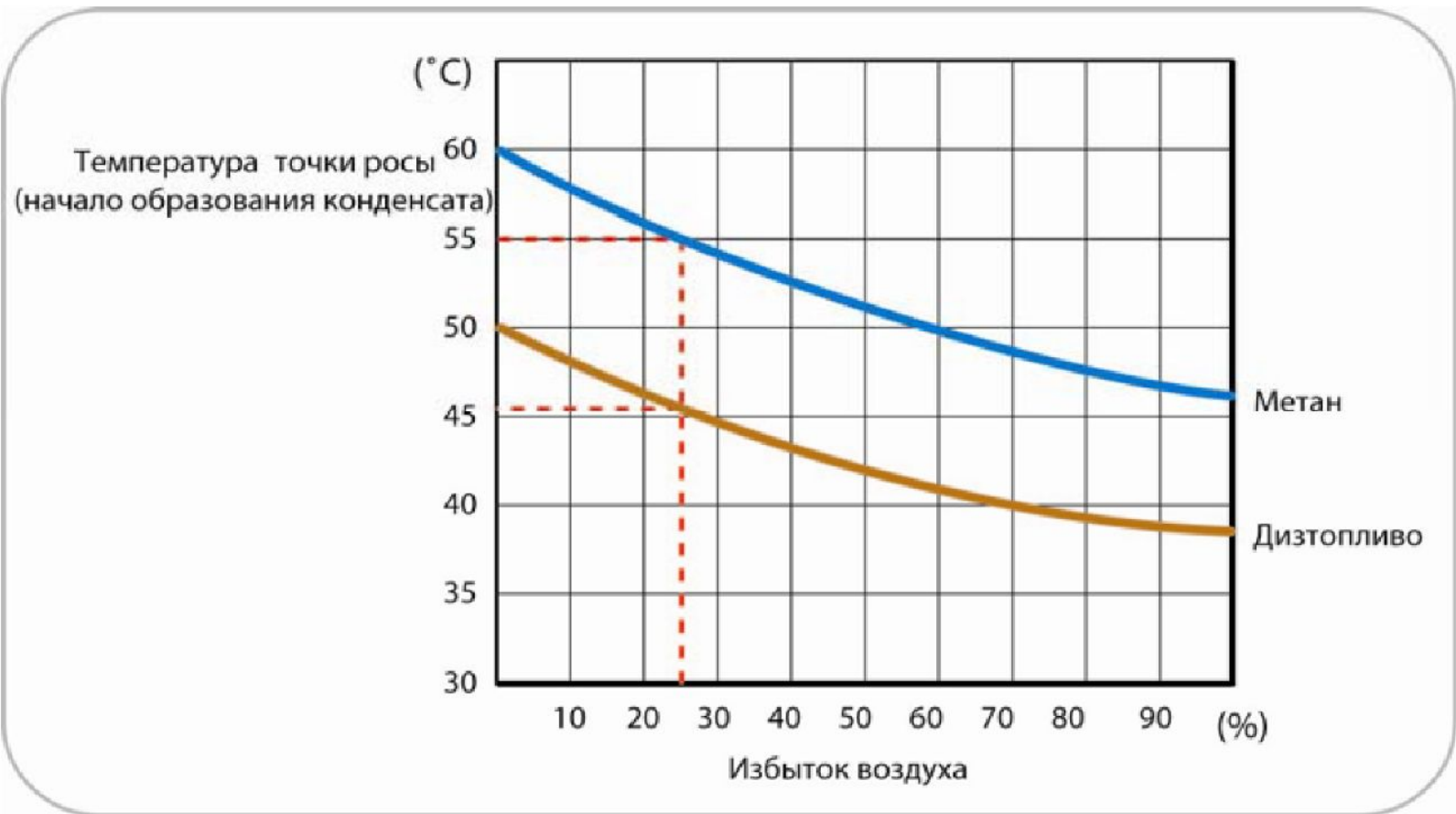
Условия необходимые для начала конденсации.

Точка росы

Водяные пары в дымовых газах имеют другие свойства, чем чистый водяной пар. Они находятся в смеси с другими газами. Поэтому температура, при которой начинается конденсация отличается от 100°С.

Значение этой температуры зависит от состава дымовых газов, что в свою очередь является следствием вида и состава топлива, а также коэффициента избытка воздуха.

Температура дымовых газов, при которой начинается конденсация водяных паров в продуктах сгорания топлива, называется **Точкой Росы.**



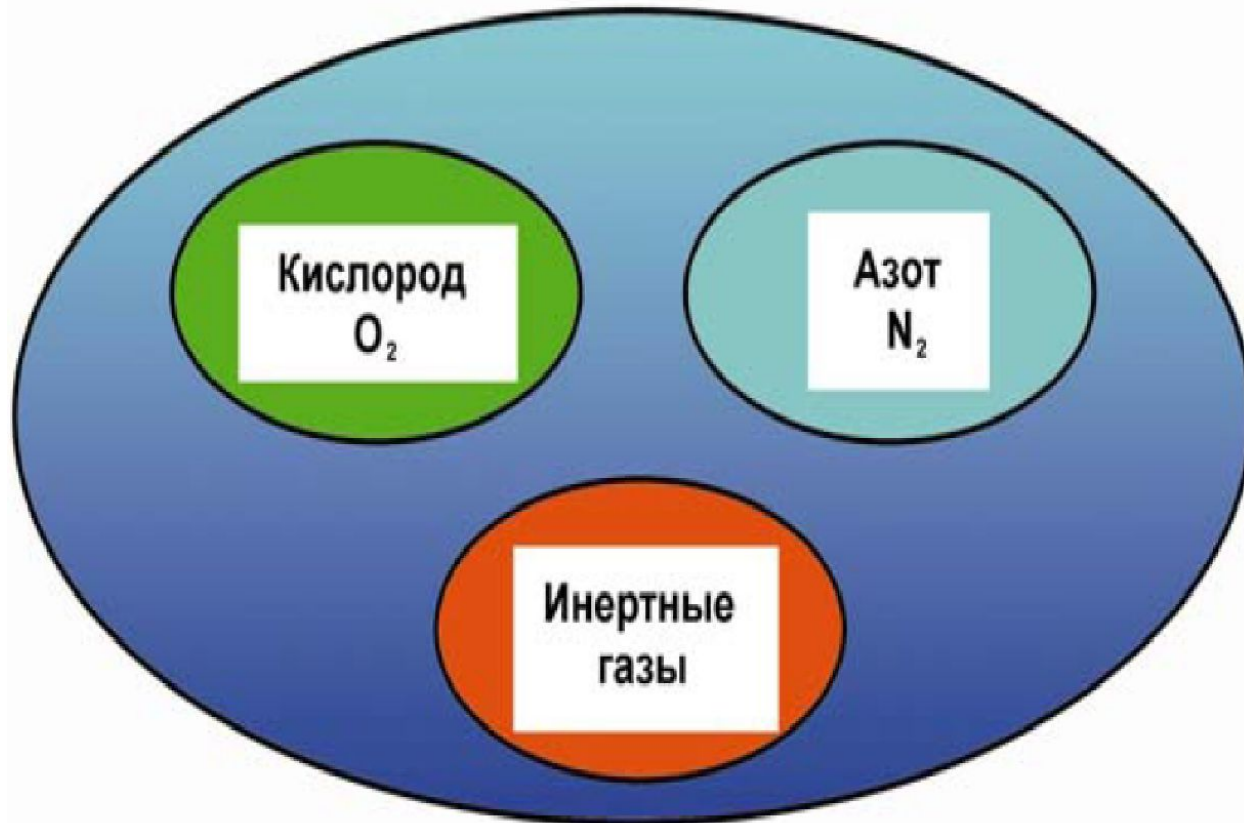
т.посы

Промежуточные выводы:

- 1. Используя скрытую теплоту парообразования/ конденсации, можно получить больше тепла, чем выделяется при сжигании топлива**
- 2. перспективное топливо, в этом отношении – природный газ (разница между высшей и низшей теплотой сгорания составляет более 10%)**

Состав воздуха

- **Процесс горения** – процесс окисления горючих составляющих топлива с помощью кислорода воздуха, при этом выделяется тепло

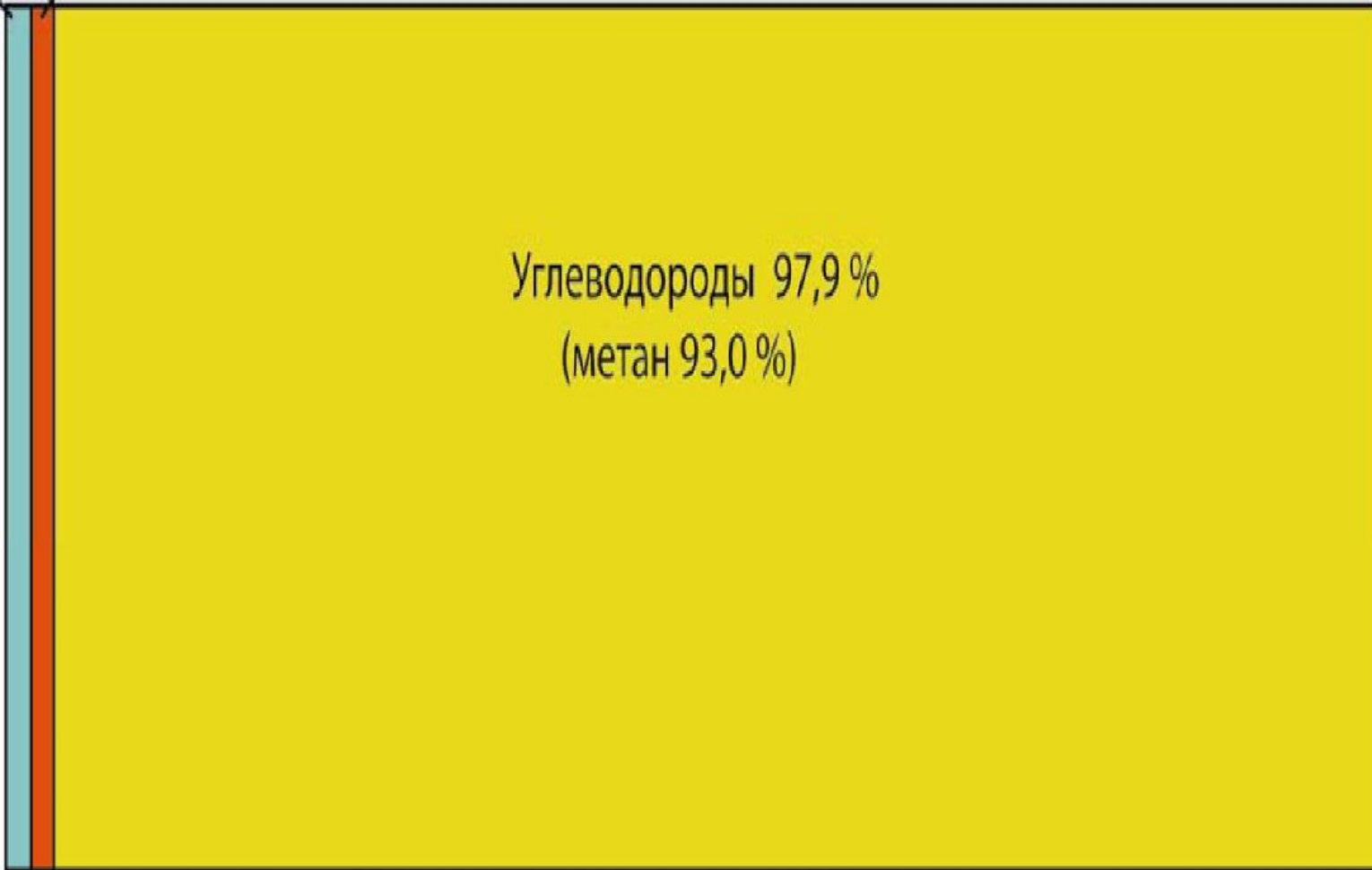


Состав природного газа

Азот 1 %

Углекислый газ 1 %

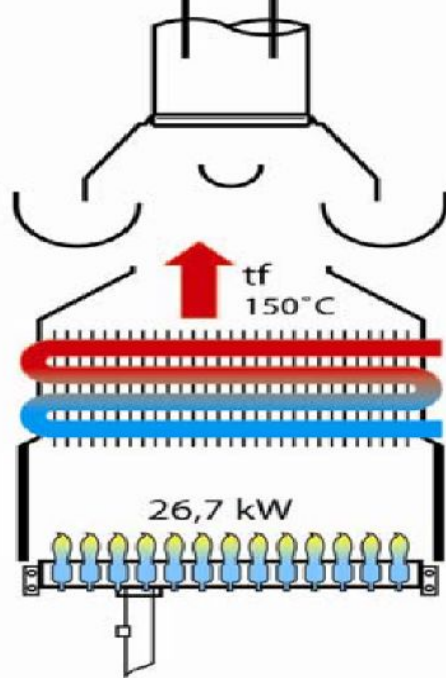
Углеводороды 97,9 %
(метан 93,0 %)



Может ли КПД быть больше 100%?

Потери с дымовыми газами
(8%) $N_2 + CO_2$
2,136 kW

Потери со скрытой теплотой
(11%) H_2O
3,3 kW



→ Подающая магистраль

24,03 kW

← Обратная магистраль

→ Потери в окружающую среду (2%)

0,534 kW

$$\eta = \frac{100 - 8 - 2}{100} = 0,9$$

относительно

{ 90% Низшей теплоты сгорания топлива P.C.I.
81% Высшей теплоты сгорания топлива P.C.S.

тогда: $\eta_{P.C.S.} = 90 \frac{P.C.I.}{P.C.S.}$

$$\eta_{P.C.S.} = 90 \frac{8.570}{9.520} = 81$$

КПД традиционного котла

$$26,7 = 2,136 + 0,534 + 24,03$$

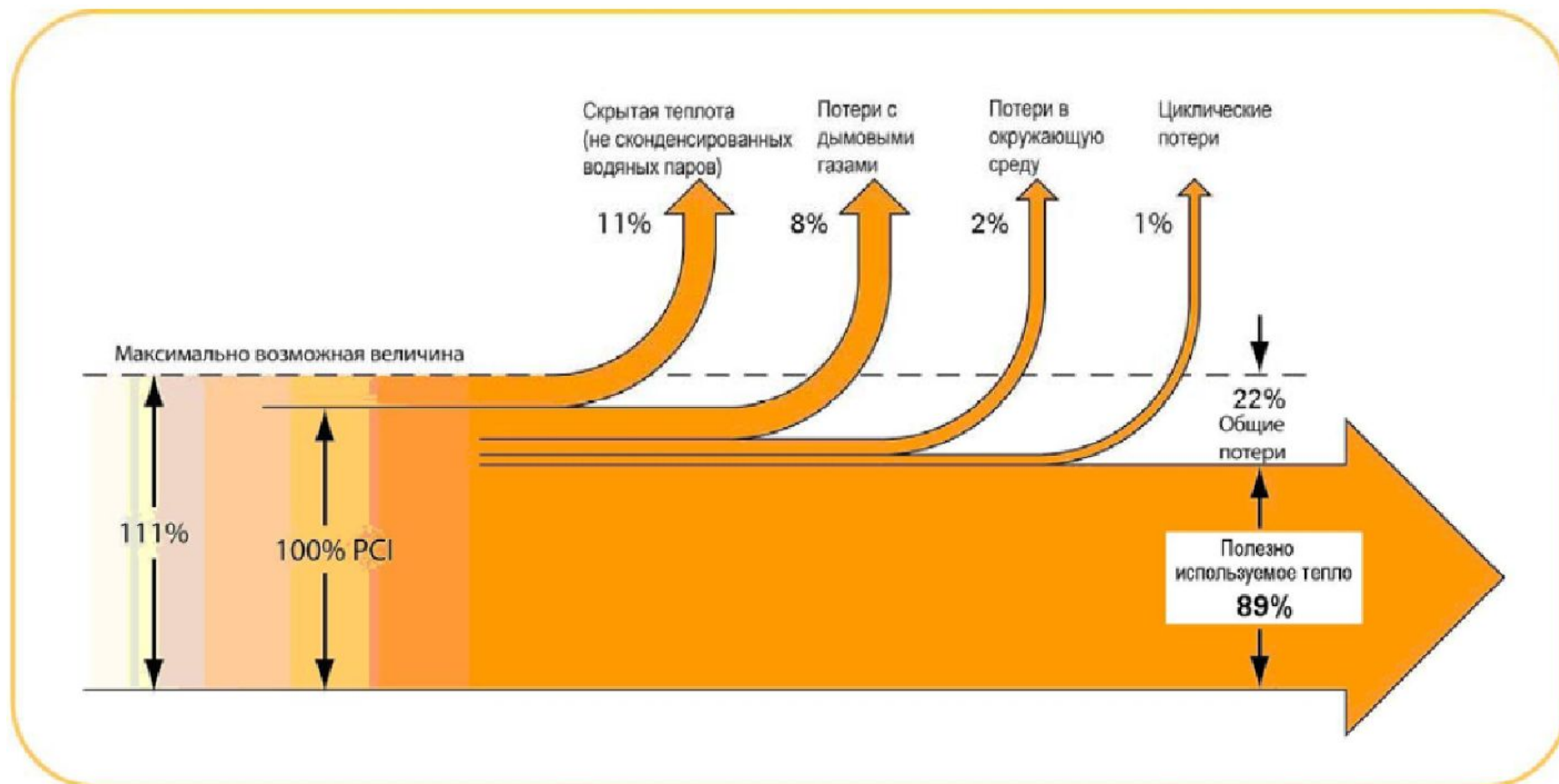
$$100\% = 8\% + 2\% + 90\%$$

- Если разделить полезную мощность котла на полную и умножим результат на 100%, то получим КПД котла в %.
- Полная мощность котла равна количеству теплоты, которое выделяется при сгорании топлива за единицу времени, т.е. эта величина напрямую зависит от $Q_{нр}$ и не учитывает то тепло, которое может выделиться при конденсации водяных паров из дымовых газов. Другими словами это КПД котла,

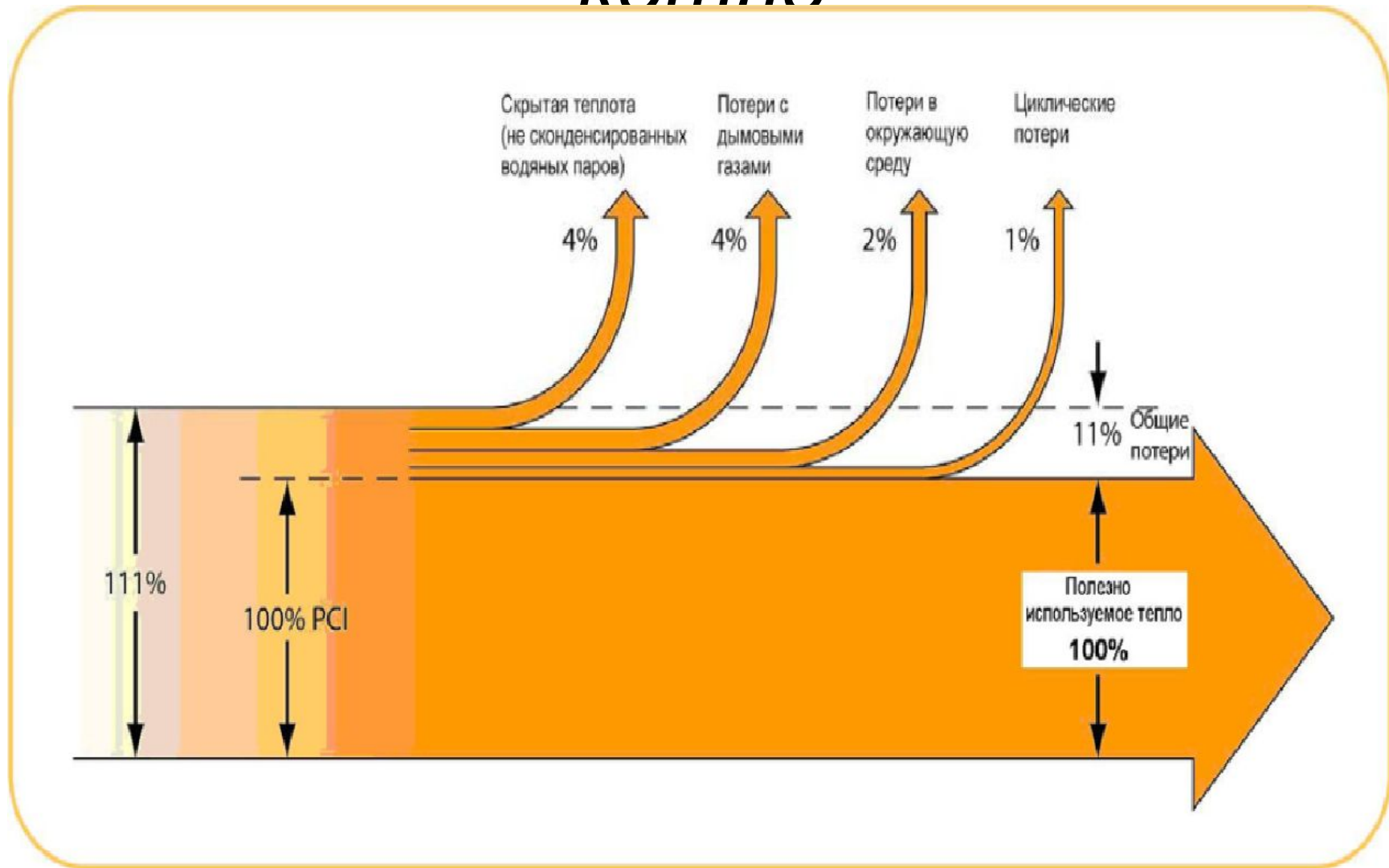
относительно $Q_{нр}$
 для природного газа $Q_{вр} = 39 \text{ МДж} \cdot \text{м}^3 \quad (100\%)$
 $Q_{нр} = 35 \text{ МДж} \cdot \text{м}^3 \quad (89\%)$

$100 - 89 = 11\%$ - скрытая теплота конденсации водяных паров

Распределение тепловых потоков в неконденсационном котле

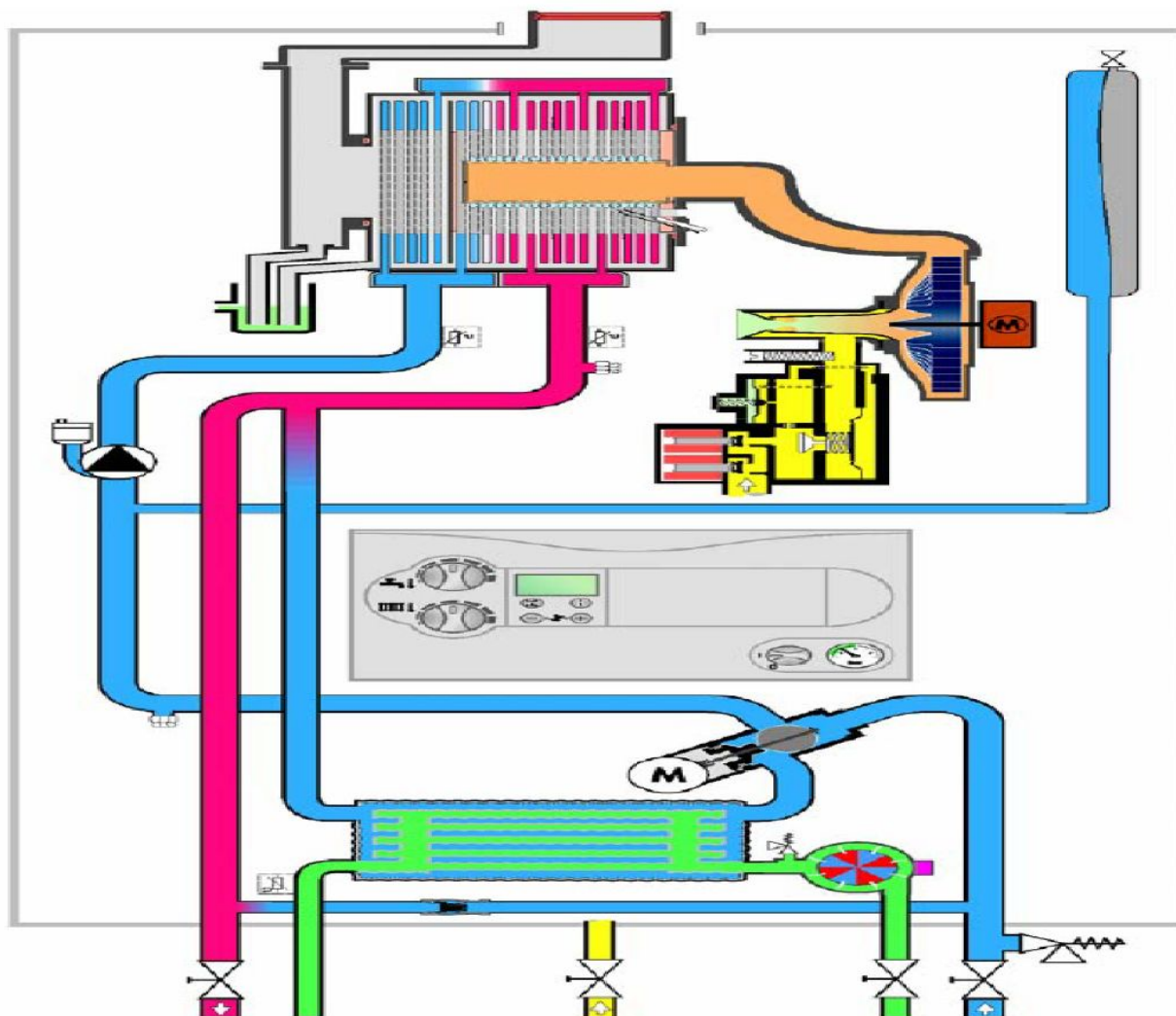


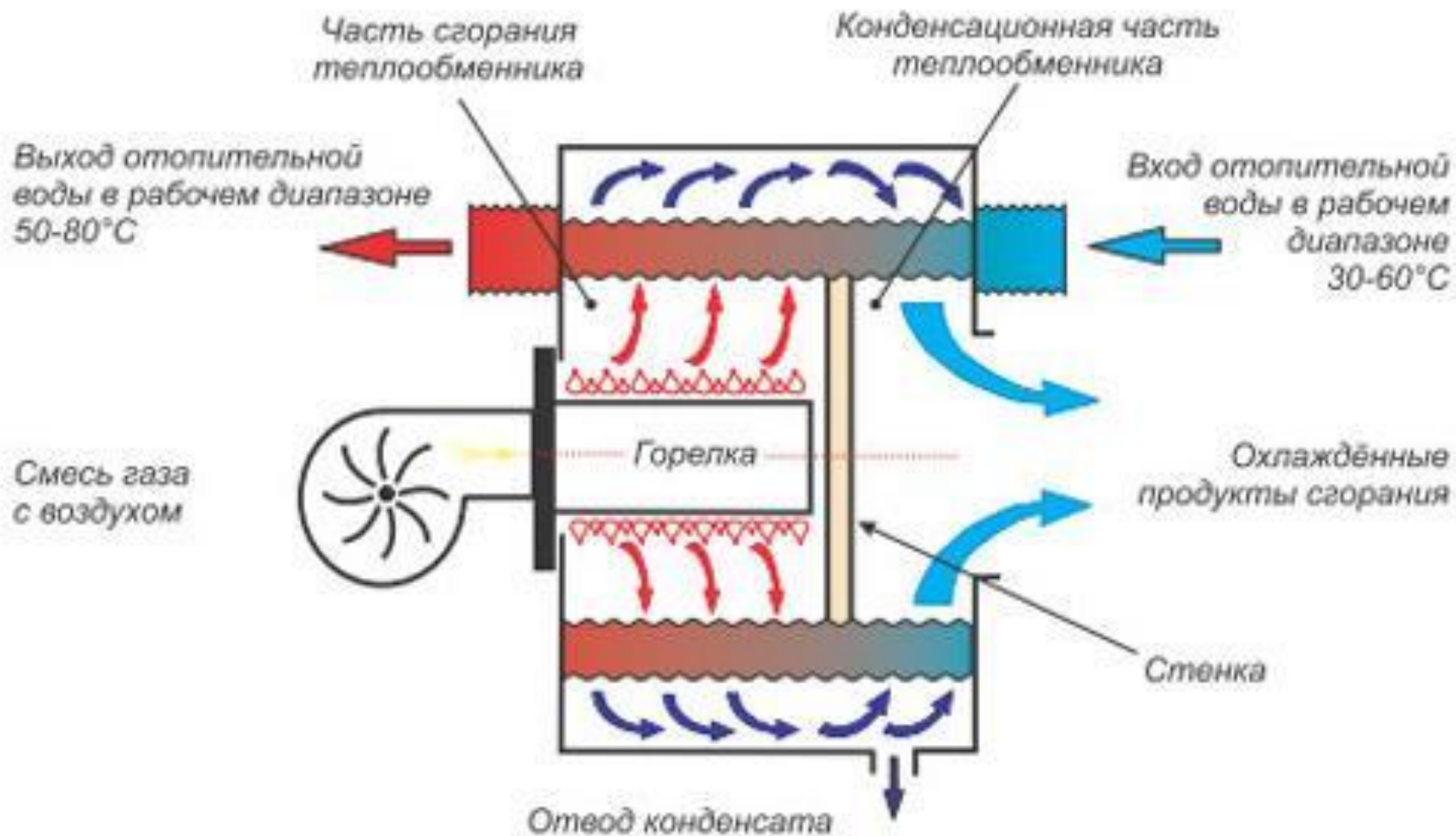
Распределение тепловых потоков в конденсационном котле



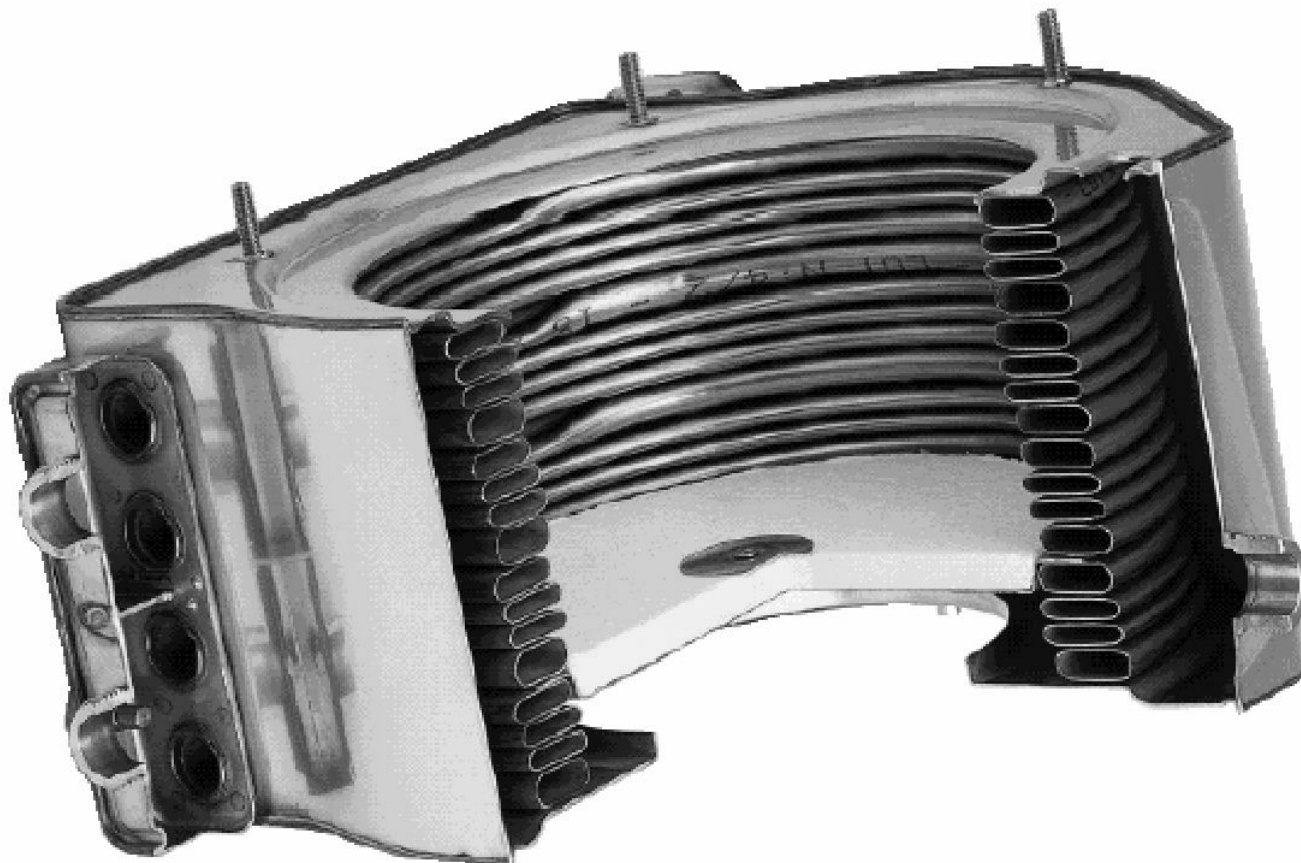
- Промежуточные выводы:
- 1. КПД 100 % и более возможен, если за точку отсчета принимать **Низшую**, а не **Высшую** теплоту сгорания.
- 2. Полностью использовать всю теплоту (явную и скрытую) мы не можем по техническим причинам, поэтому КПД котла равный или больший 111% при сжигании природного газа (относительно Низшей теплоты сгорания топлива), является недостижимым по техническим причинам.

Способы реализации принципа конденсации в навесных котлах

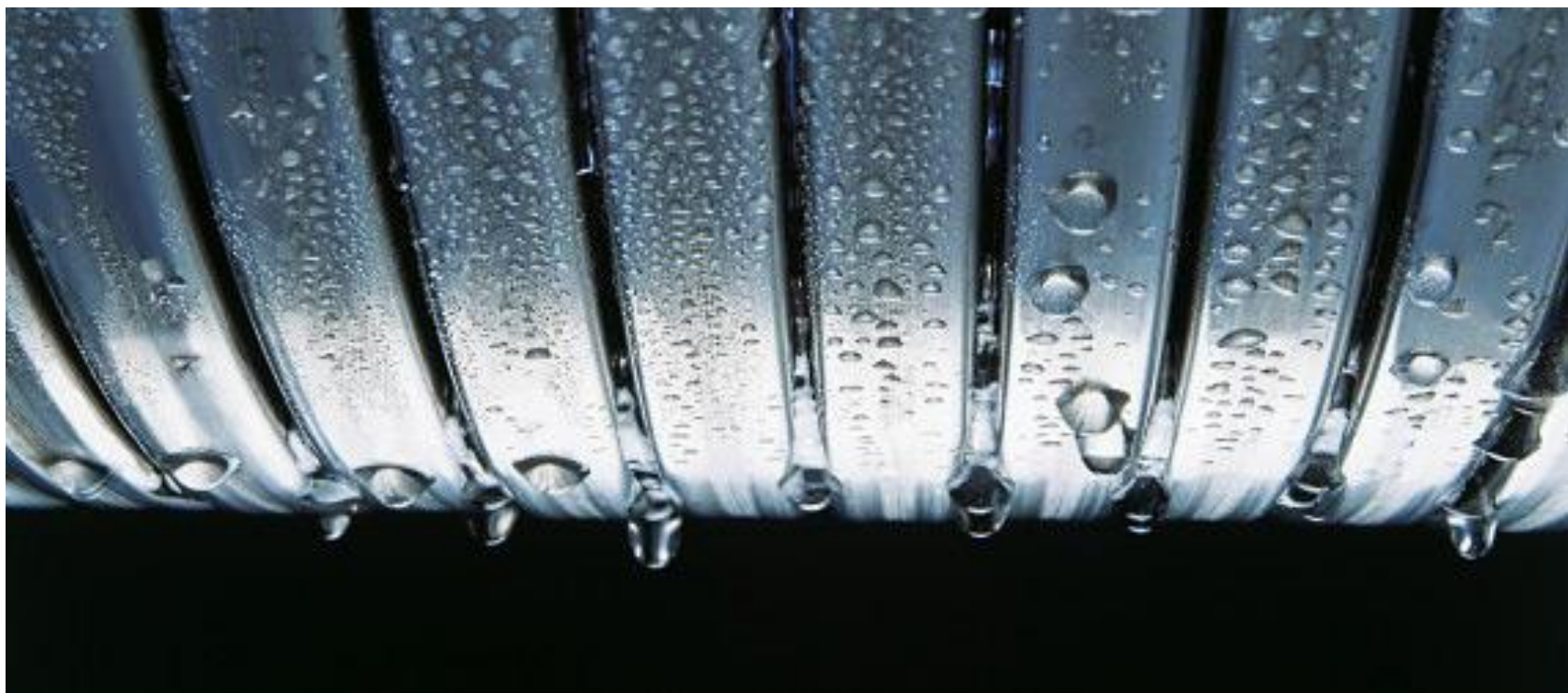




КОНДЕНСАЦИОННЫЙ ЭКОНОМАЙЗЕР



ПРОЦЕСС КОНДЕНСАЦИИ ВОДЯНЫХ ПАРОВ ИЗ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ



СИСТЕМА ГЛУБОКОЙ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ КОТЛОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

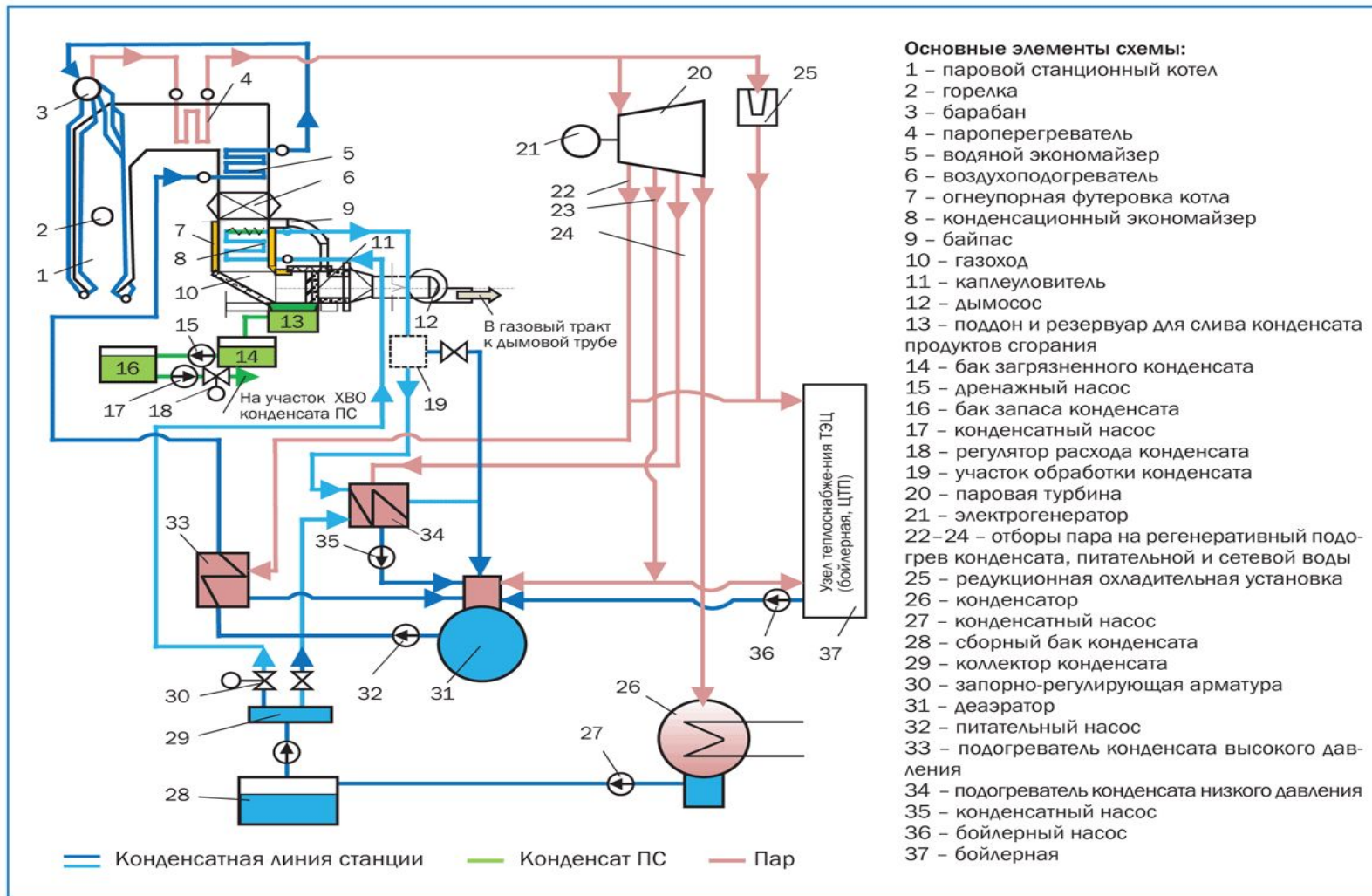


Рис. Система глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания котлов электростанций

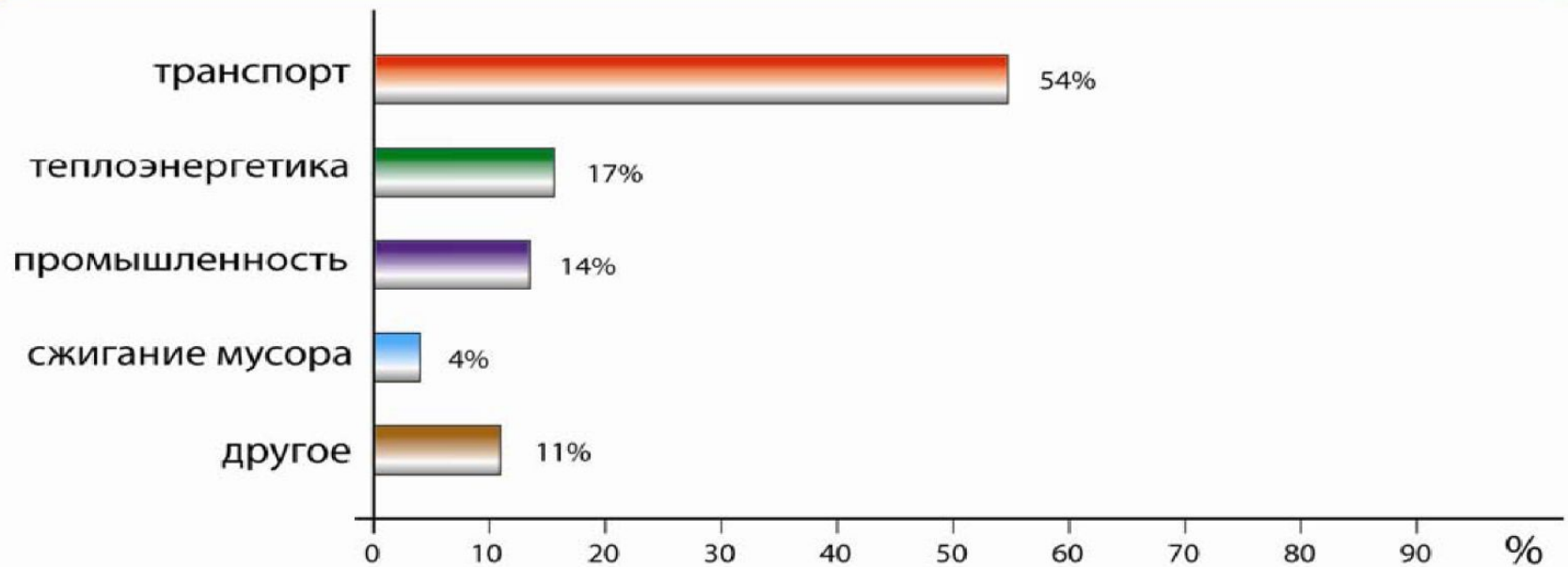
СХЕМА ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ



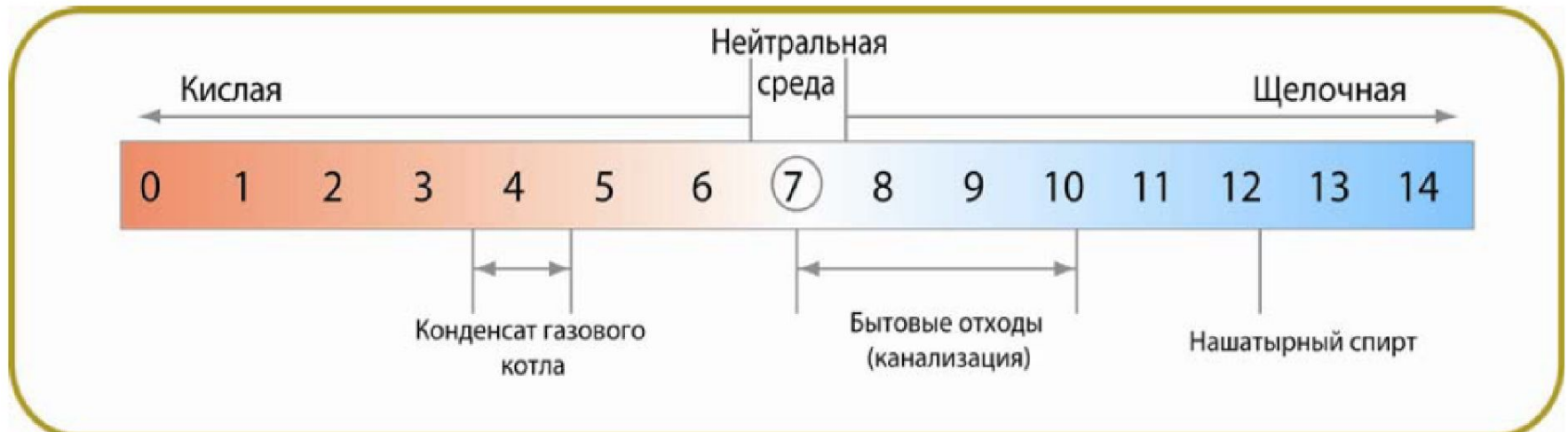
Рис. 4.1. Схема теплоутилизационной установки:

- 1 – конденсационный теплоутилизатор; 2,3 – существующий и байпасный газоходы;
- 4 – регулирующий клапан; 5 – люк; 6 – конденсатосборник; 7 – гидрозатвор

Процентное соотношение выбросов



Уровень кислотности конденсата газового котла



Компоненты конденсата	Нормативные показатели	Содержание в конденсате газовой конденсационных котлов
	мг/л	мг/л
Свинец	0,2	$\leq 0,01$
Кадмий	0,01	0,001 – 0,005
Хром	0,15	0,01 – 0,08
Медь	0,25	$\leq 0,01$
Никель	0,25	0,01 – 0,04
Цинк	0,5	0,05 – 0,06
Олово	0,5	$\leq 0,05$