

# ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОТОПЛЕНИЯ



БИБЛИОТЕКА ОТОПЛЕНИЯ

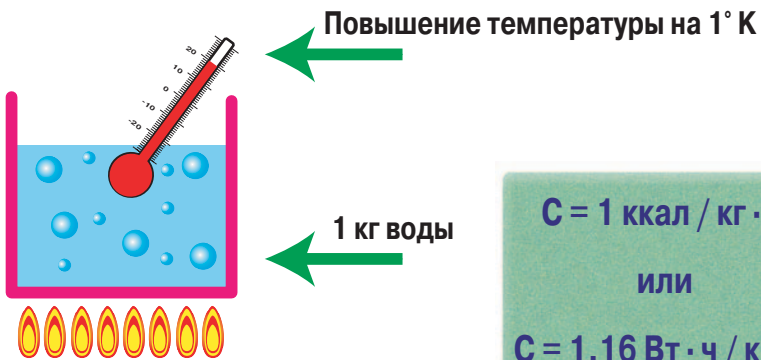
# Основные принципы отопления



- 1 - Единицы измерения
- 2 - Тепловые потери
- 3 - Проектирование отопительной установки
- 4 - Выбор энергоресурсов
- 5 - Горение и окружающая среда
- 6 - Понятие КПД
- 7 - Горячее водоснабжение
- 8 - Регулирование

## Единицы измерения - 1

### Удельная теплоемкость воды : C



$$C = 1 \text{ ккал / кг} \cdot \text{К}$$

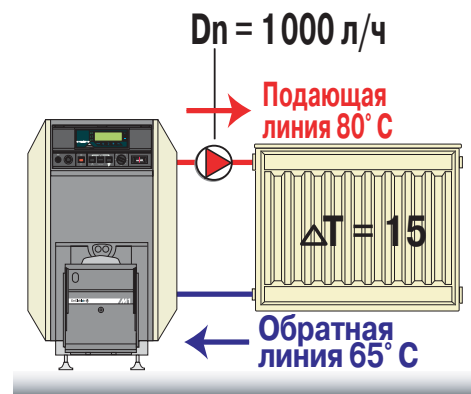
или

$$C = 1,16 \text{ Вт} \cdot \text{ч / кг} \cdot \text{К}$$

C : Количество теплоты, необходимое для того, чтобы нагреть на 1°K данную единицу массы (1 кг)

### Мощность : P

- для отопления



$$P = D_n \cdot \Delta T \cdot C =$$

$$= 1000 \cdot 15 \cdot 1,16 = 17400 \text{ Вт}$$



Упражнение :

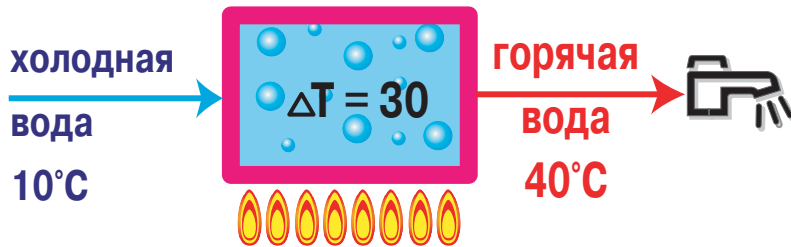
Вычислите производительность насоса

Ркотла = 50 кВт



## Единицы измерения - 1

### Для проточного водонагревателя



Производительность по горячей воде = 11 л / мин

$$P = D \cdot \Delta T \cdot C = (11 \cdot 60) \cdot 30 \cdot 1,16 = 22\,960 \text{ Вт}$$



Упражнение

Вычислите производительность по горячей воде



### Теплота сгорания топлива

Жидкое топливо  
Дерево  
Природный газ  
Пропан  
Бутан  
.....



**ГОРЕНИЕ**

Полное количество  
высвобождаемой  
теплоты

**Q<sub>v</sub>** : высшая теплота сгорания

**Q<sub>n</sub>** : низшая теплота сгорания

скрытая теплота  
конденсации  
паров воды

# Единицы измерения - 1

## Низшая теплота сгорания используемого топлива

.....

.....

.....

.....

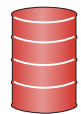
.....

.....

.....

.....

.....



Жидкое топливо : 1 кг = 11,9 кВт·ч  
(1л = 10,2 кВт·ч)



Природный газ : 1 м<sup>3</sup> = 10,1 кВт·ч (газ из России)  
= 9,1 кВт·ч (газ из Гронинга)

Пропан : 1 м<sup>3</sup> = 25,4 кВт·ч (1 кг = 12,8 кВт·ч)  
Бутан : 1 м<sup>3</sup> = 32,9 кВт·ч (1 кг = 12,7 кВт·ч)

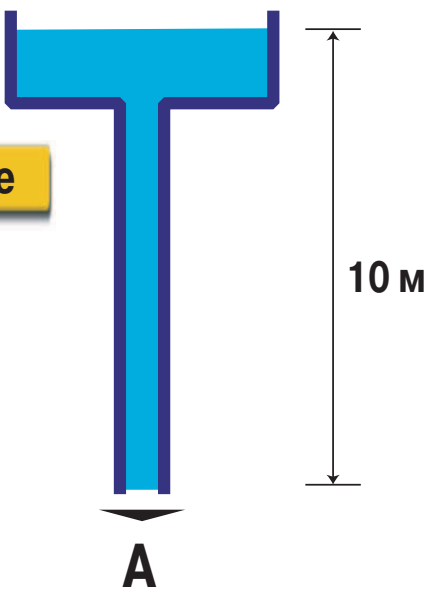


Кокс : 1 кг = 7,5 кВт·ч (1 т = 7500 кВт·ч)



Дерево : 1 кг = 4,32 кВт·ч (1 м<sup>3</sup> дров = 600 кг = 2592 кВт·ч)

### Давление



давление в точке А = 1 бар

.....

.....

.....

.....

.....

10 м = 1 бар  
100 мм вод. ст. = 10 мбар  
1 мбар = 100 Па = 1 гПа

## ? Упражнение

- Выразите текущее атмосферное давление
  - в миллибарах .....
  - в гектопаскалях .....
  
- Сколько мм вод. ст. соответствуют 15 мбар?  
.....

## Единицы измерения - 1

### Разрежение

.....

.....

.....

.....

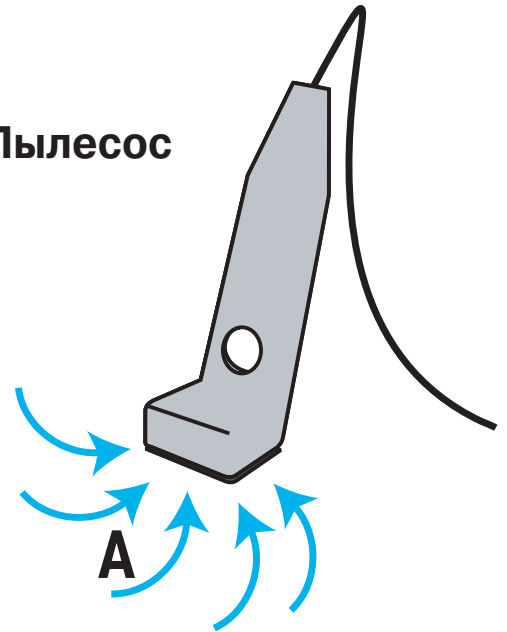
.....

.....

.....

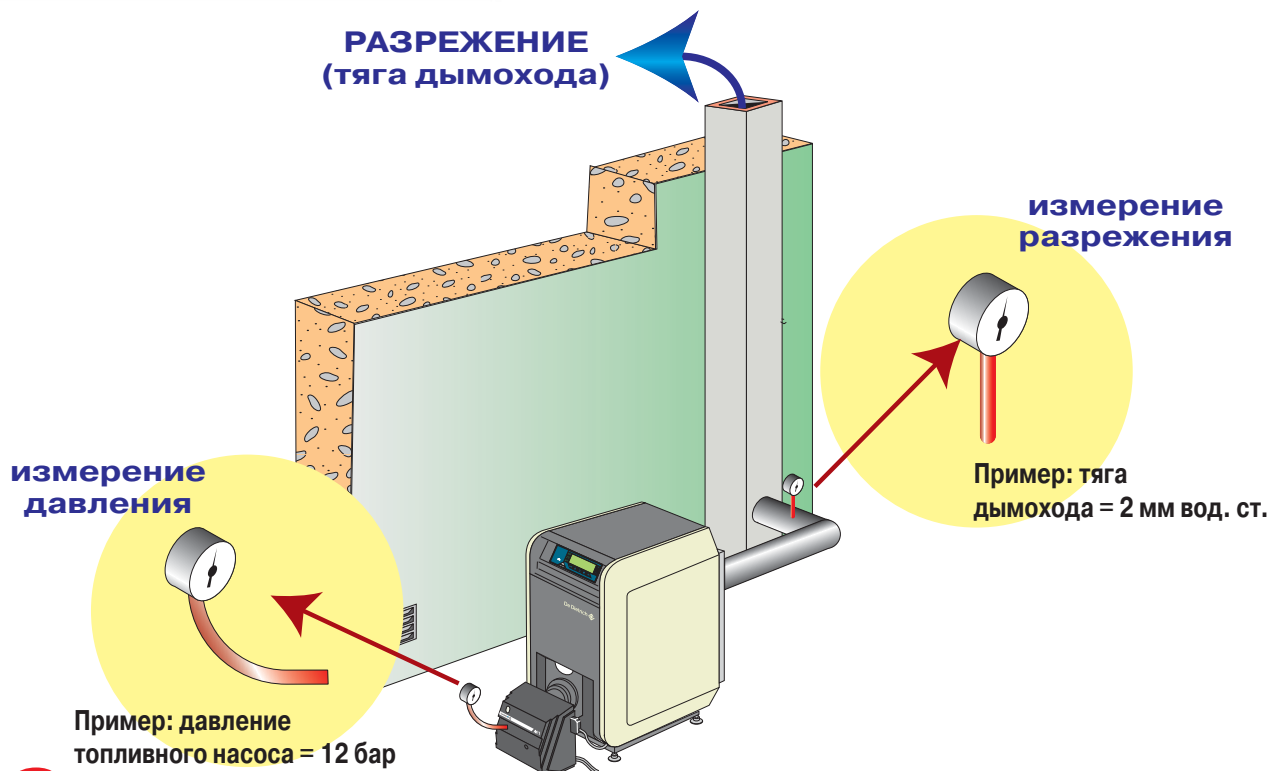
.....

Пылесос



разрежение или втягивание  
в точке А

### Пример использования



**Упражнение**

Какая тяга необходима для одного котла GT 125?

.....

.....

.....

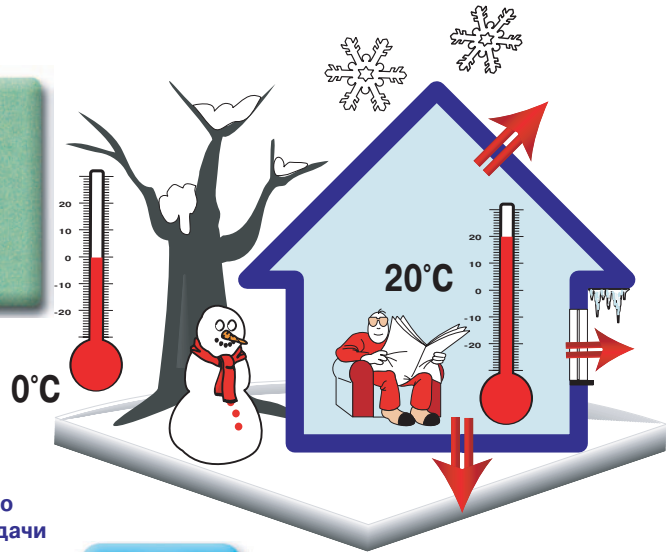
## Тепловые потери - 2

Тепловые потери (в Вт) =  $G \cdot V \cdot \Delta T$

$G$  = коэффициент потерь, Вт/м<sup>3</sup> · °С

$V$  = жилой объем

$\Delta T$  = Разница между температурой помещения и наружной температурой



Возможно только одно направление теплопередачи

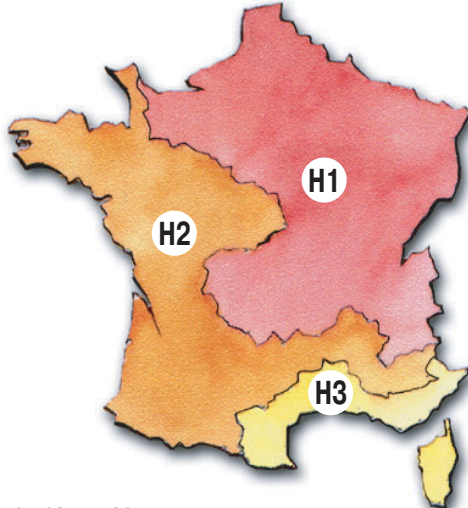
более  
горячее  
тело



более  
холодное  
тело

Теплота всегда передается от горячего тела к холодному

карта  
климатических зон\*



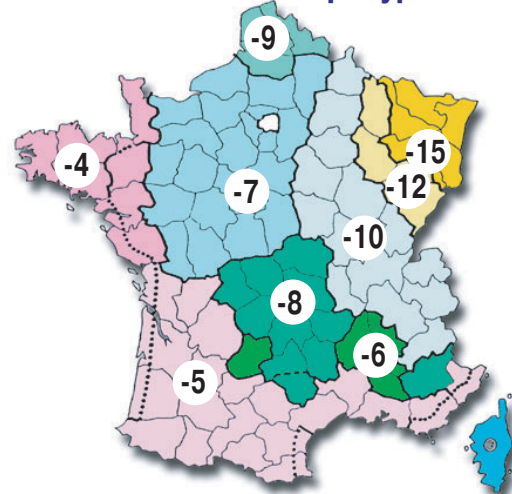
Несколько практических значений коэффициента  $G$  (для частного дома)

Старый без изоляции  
Старый только с изоляцией пола  
Построенный между 1974 и 1982  
Построенный между 1982 и 1989  
Построенный после 1989

Среднее практическое значение коэффициента  $G$

Зона Н1	Зона Н2	Зона Н3
2	2	2
1,7	1,7	1,8
1,4	1,6	1,8
1,2	1,25	1,3
1	1,05	1,15

карта  
базовых температур\*



Пример :- Дом площадью 120 м<sup>2</sup> (объемом 300 м<sup>3</sup>)  
- расположен в лионском регионе  
- построен после 1989

$$P_{\text{тп}} = 1 \cdot 300 \cdot (20 - (-10)) = 9000 \text{ Вт}$$

\* Примечание: для РФ см. СНиП 23-01-99 "Строительная климатология"

**Упражнение**

Определите тепловые потери для дома площадью 200 м<sup>2</sup> расположенного в Бретани (климатическая зона Н2 ) и построенного в 1975 г.

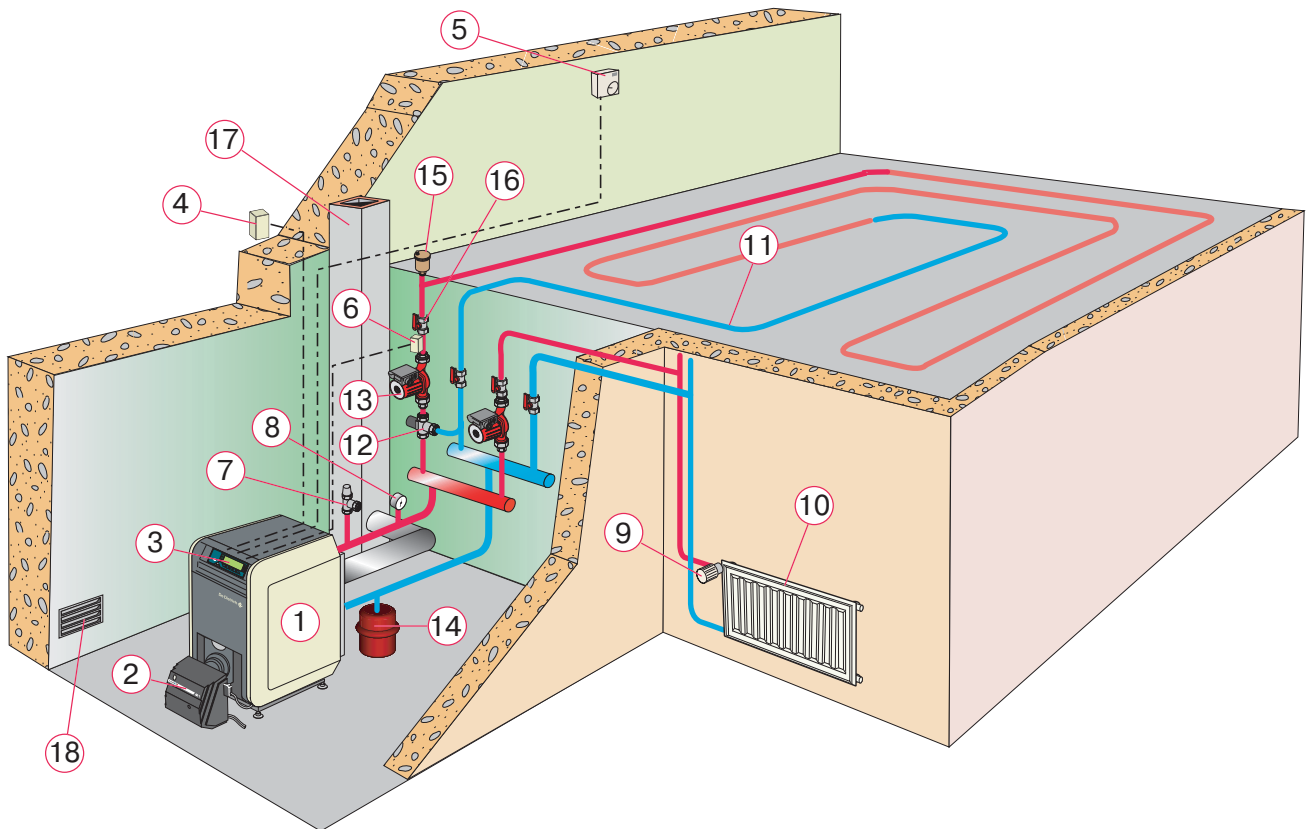
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Примечания :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



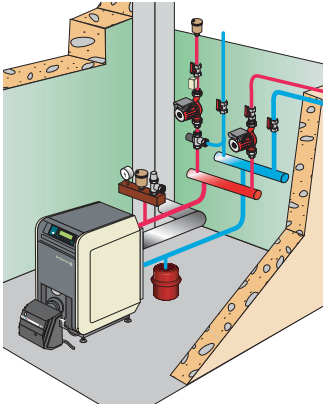
## Проектирование отопительной установки - 3



- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1 Котел   | 9 Термостатический вентиль          |
| 2 Горелка   | 10 Радиатор                         |
| 3 Система регулирования   | 11 "Теплый пол"                     |
| 4 Датчик наружной температуры   | 12 Трехходовой смесительный вентиль |
| 5 Блок дистанционного управления с датчиком комнатной температуры               | 13 Циркуляционный насос             |
| 6 Датчик температуры теплоносителя в подающей линии после смесительного вентиля | 14 Расширительный бак               |
| 7 Предохранительный клапан  | 15 Автоматический воздухоотводчик   |
| 8 Манометр  | 16 Запорный вентиль                 |
|   | 17 Дымоход                          |
|   | 18 Вентиляция котельной             |

# Проектирование отопительной установки - 3

## Предназначение основных компонентов



### ГРУППА КОНТРОЛЯ И БЕЗОПАСНОСТИ

- манометр: давление воды в установке
- предохранительный клапан: предотвращает повышение давления сверх нормы
- воздухоотводчик: удаление воздуха



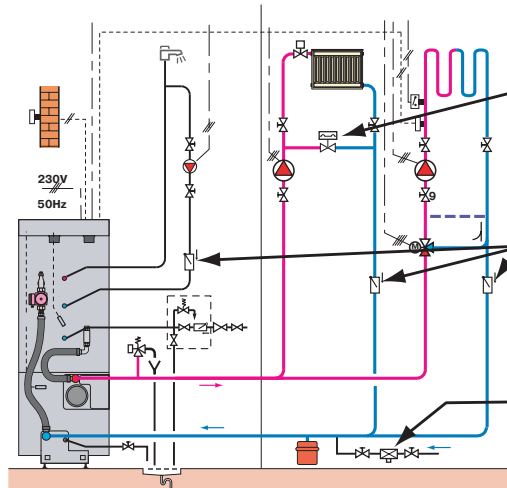
### ЗАПОРНЫЙ КЛАПАН

- изолирует котел



### РАСШИРИТЕЛЬНЫЙ БАК

- поглощает расширение воды
- компенсирует повышение давления



### ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ВЕНТИЛЬ

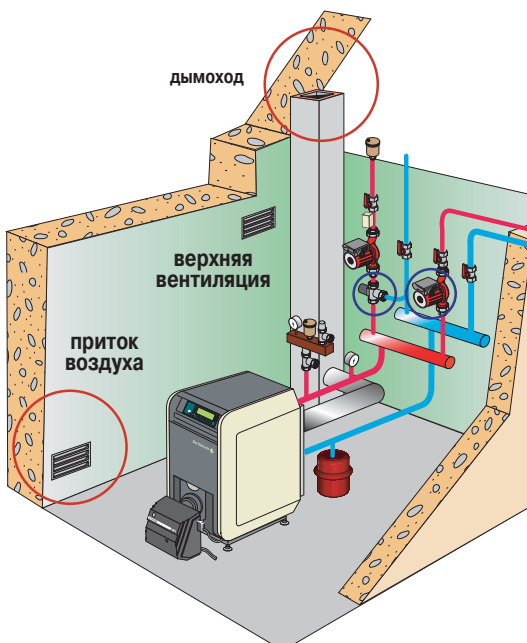
- обеспечивает постоянное давление
- предотвращает шум

### ОБРАТНЫЙ КЛАПАН

- препятствует неправильной циркуляции воды

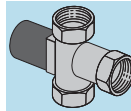
### РАЗДЕЛИТЕЛЬ ПОТОКА

- препятствует загрязнению хозяйственно-питьевой воды водопровода теплоносителем из контуров отопления



### ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ НАСОС

- обеспечивает циркуляцию воды
- переносит теплоту к радиаторам



### ТРЕХХОДОВОЙ СМЕСИТЕЛЬНЫЙ ВЕНТИЛЬ

- регулирует температуру воды
- разъединяет контур котла / контур вентиля
- смешивает котловую воду и воду обратной линии

### ПРИТОК ВОЗДУХА

- снабжает воздухом, поддерживающим горение

### ДЫМОХОД

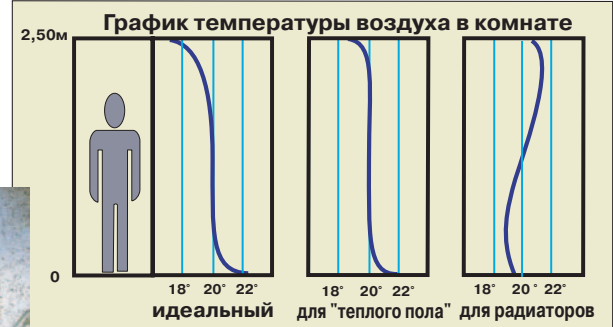
- отводит продукты сгорания

# Проектирование отопительной установки- 3

## Поверхности нагрева

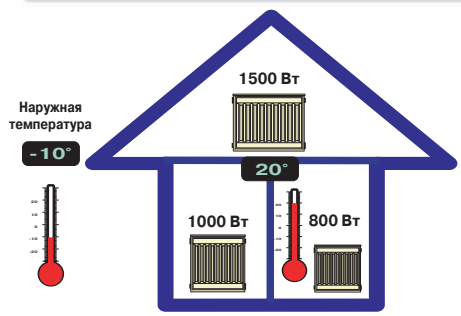


**"теплый пол"**  
комфортный, эстетичный, экономичный



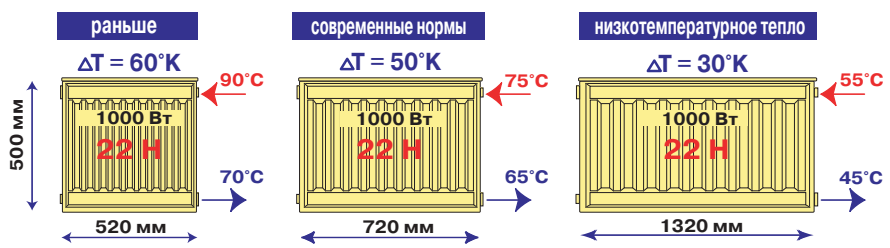
**радиаторы**  
декоративные, функциональные и быстро реагирующие

## Выбор радиатора



$$\Delta T = \frac{T_{\text{вход}} + T_{\text{выход}}}{2} - T_{\text{помещения}}$$

Пример для радиатора: 1000 Вт



## ? Упражнение

Определите радиатор Ornis

- Необходимая мощность : 1500 Вт
- Установка с  $\Delta T = 50^\circ\text{K}$
- Доступное место под окном: высота 80 см  
длина 1,50 м



## Выбор энергоресурсов - 4

При выборе возникают следующие вопросы

**Какими энергоресурсами Вы располагаете?**

жидкое топливо, газ, дерево, уголь, центральное отопление, электричество

**Должны ли вы делать запас энергоресурса?**

Электричество, природный газ, центральное отопление - без запаса / жидкое топливо, дерево, уголь - с запасом

**Речь идет о новой установке или обновлении старой?**

для новой: множество возможностей, при обновлении: учитывать существующее

**Отопление для какого типа жилья?**

дом или квартира

**Какие преимущества Вы желаете получить?**

зависимость от твердого топлива / ежегодное тех. обслуживание / система регулирования

**Каким бюджетом вы располагаете?**

отопление горячей водой или электрическое отопление

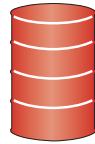
Доля и цена энергоресурса\*

ЭНЕРГОРЕСУРС	ДОЛЯ	СРЕДНЯЯ СТОИМОСТЬ кВт*ч (2000 г.) <sup>1</sup>	Складирование
Жидкое топливо	22 %	3,66	Стальная или полипропиленовая цистерна емкостью 500 - 5000 л
Природный газ	33 %	3,82	Нет
Пропан Бутан	5 %	6,57	- Покупаемая или арендуемая цистерна - Баллоны
Твердое топливо (дерево, уголь)	8 %	2,75	Для дерева : запас 20-40 м <sup>3</sup> дров
Электричество	30 %	11,30	Нет

\* **Примечание** : данные приведены для Франции по состоянию на 2000 г.  
в евроцентах

## Выбор энергоресурсов - 4

### Выбор энергоресурсов



Жидкое топливо : 1 961 л



Природный газ : 1 980 м<sup>3</sup>

(без запаса топлива)

Сжиженный газ : 790 м<sup>3</sup>



Электричество : 20 000 кВт•ч

(без запаса энергоресурса)



Кокс : 2,7 т



Буковое дерево : 10 - 11 м<sup>3</sup> дров



### Упражнение

Сосчитайте годовую стоимость затрат на отопление при использовании различных видов энергоресурсов для жилья с годовой потребностью в отоплении 27 000 кВт•ч

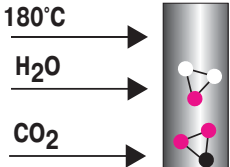
# Горение и окружающая среда- 5

## Экзотермическая химическая реакция

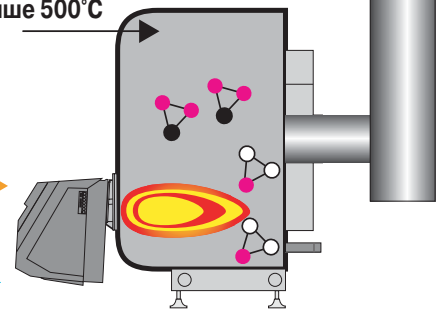
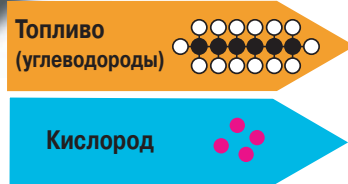


Температура дымовых газов ~ 180°C

- C = атом углерода
- H = атом водорода
- O = атом кислорода
- S = атом серы



температура выше 500°C



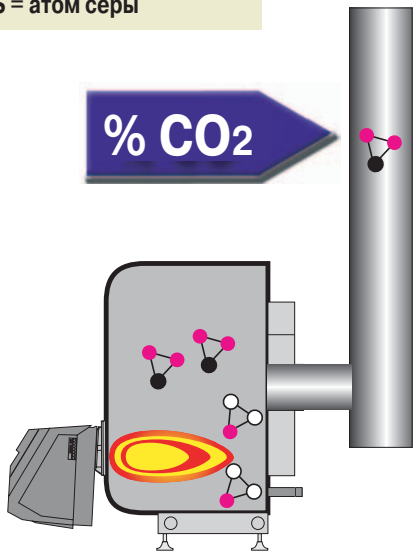
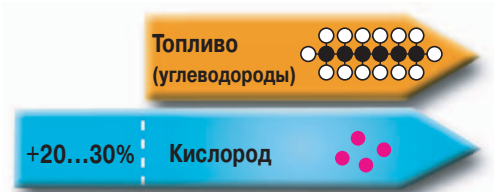
## Горение углерода



- C = атом углерода
- H = атом водорода
- O = атом кислорода
- S = атом серы

CO<sub>2</sub> макс.: 15,6% (жидкое топливо)  
без избытка воздуха,  
на практике 10 - 13 %

% CO<sub>2</sub>



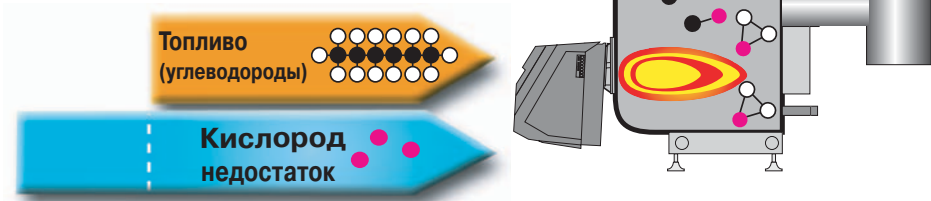
# Горение и окружающая среда - 5

CO : оксид углерода (угарный газ)



**Горение с недостатком воздуха запрещено**

- C = атом углерода
- H = атом водорода
- O = атом кислорода
- S = атом серы



Горение водорода

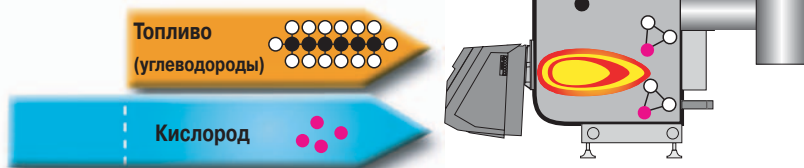


**H<sub>2</sub>O = вода**

В виде несконденсированного водяного пара, отводимого в дымовых газах

На практике эта теплота теряется, отсюда и понятие Q<sub>в</sub> по отношению к Q<sub>н</sub>.

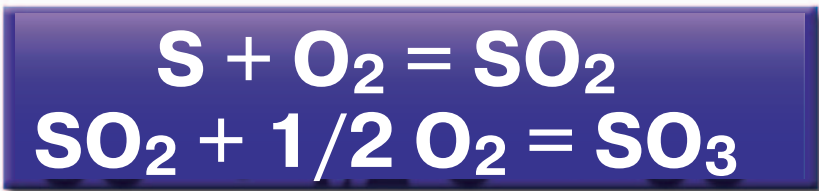
- C = атом углерода
- H = атом водорода
- O = атом кислорода
- S = атом серы



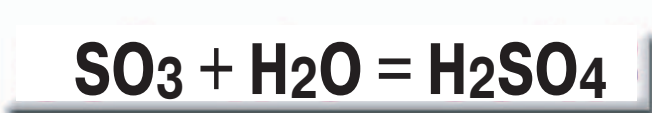
при сгорании 1 л жидкого топлива выделяется приблизительно 1 л воды  
при сгорании 1 м<sup>3</sup> природного газа выделяется приблизительно 1,6 л воды

# Горение и окружающая среда - 5

## Горение серы



Относительно загрязнения окружающей среды:  
если пары H<sub>2</sub>O сконденсированы,  
то есть риск получить кислоту



- C = атом углерода
- H = атом водорода
- O = атом кислорода
- S = атом серы



SO<sub>2</sub>: двуокись серы  
SO<sub>3</sub>: триокись серы  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: серная кислота

---

---

---

---

---

---

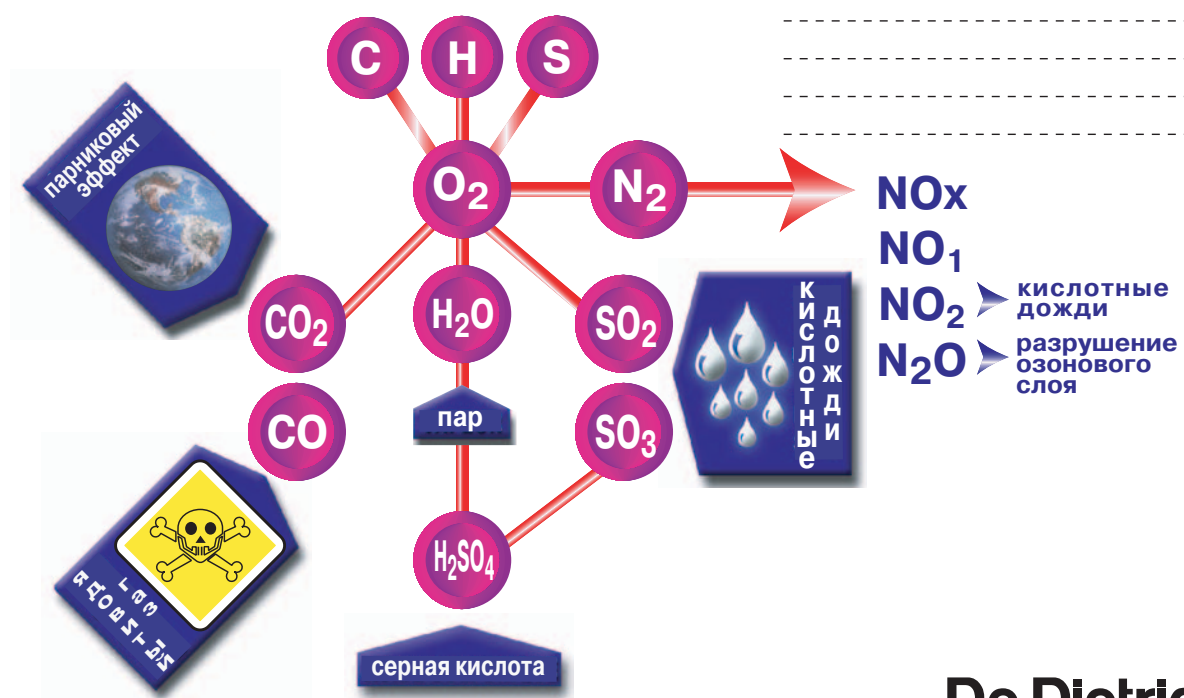
---

---

---

---

## Вредные последствия горения

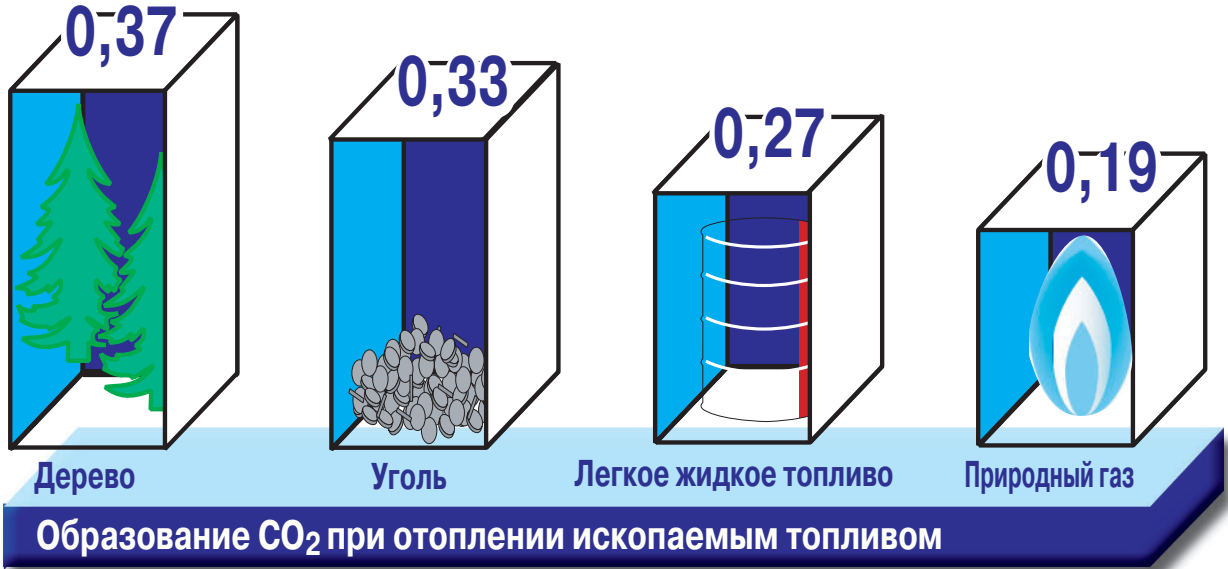




# Горение и окружающая среда - 5

## Выбросы CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub>, в кг/кВт•ч для Q<sub>H</sub> топлива



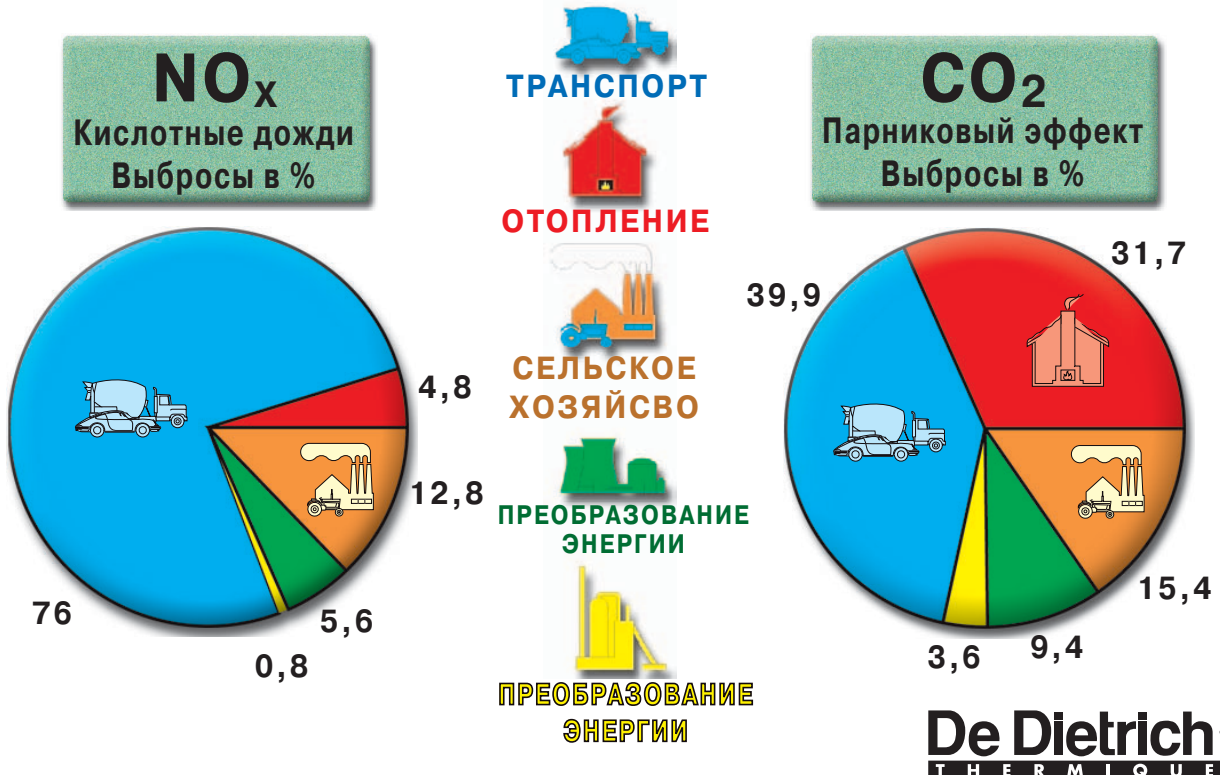
-----

-----

-----

-----

-----





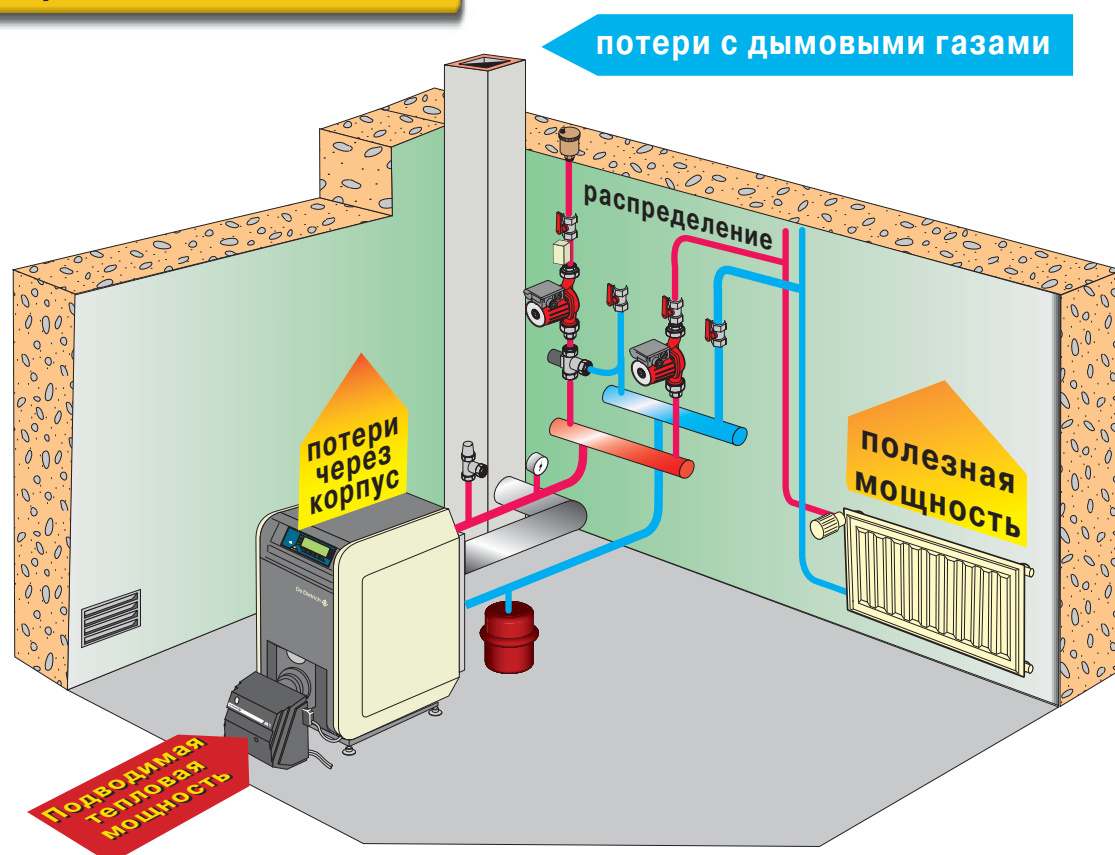
## 3 вида КПД

● КПД сгорания

● КПД котла брутто

● Среднегодовой показатель КПД

## Энергетический баланс



**Подводимая тепловая мощность = Полезная мощность + Потери с дымовыми газами + Потери через корпус + Потери на распределение**

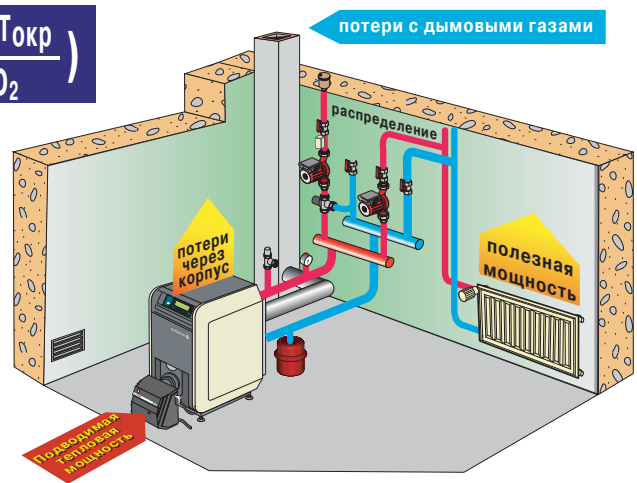
## КПД сгорания

● **КПД сгорания = 100 % - потери с дымовыми газами %**

● **Потери с дымовыми газами =  $f \cdot \left( \frac{T_{дг} - T_{окр}}{CO_2} \right)$**

$T_{дг}$  = температура дымовых газов  
 $T_{окр}$  = температура окружающей среды  
 $CO_2$  = содержание  $CO_2$  в %  
 $f$  = коэффициент, зависящий от вида топлива и избытка воздуха

Избыток воздуха	10%	20%	30%
$f =$ Природный газ	0,482	0,471	0,461
Пропан/бутан	0,530	0,519	0,510
Жидкое топливо	0,585	0,565	0,558
Мазут	0,640	0,621	0,615



Формула Сигерта

● **КПД = 100% -  $f \cdot \left( \frac{T_{дг} - T_{окр}}{CO_2} \right)$**

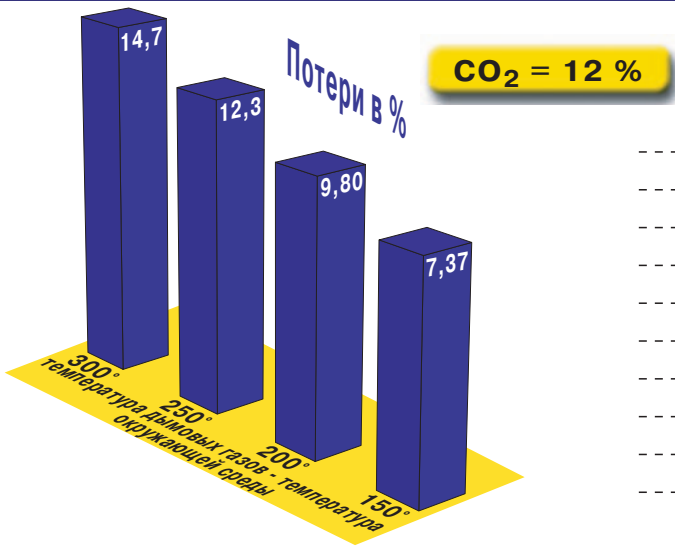
.....

.....

.....

.....

● **Влияние температуры дымовых газов на потери с дымовым газам**



.....

.....

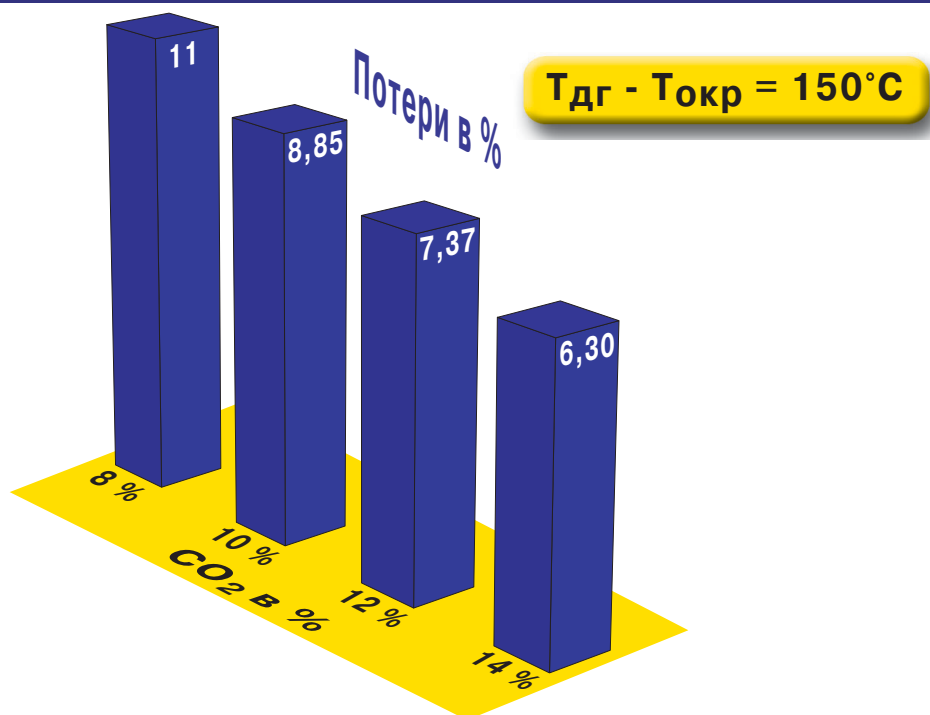
.....

.....

.....

## КПД сгорания

● Зависимость потерь с дымовыми газами от содержания  $\text{CO}_2$



## Упражнение

Определите КПД сгорания при следующих условиях:  
 температура дымовых газов - температура окружающей среды = 230° K,  
 содержание  $\text{CO}_2$  = 12%

## КПД котла брутто

● **Полезная мощность** = тепловая мощность - потери (с дымовыми газами + через корпус)

чтобы уменьшить потери через корпус, нужно:

- оптимизировать поверхности теплообмена
- увеличить тепловую изоляцию (толщина стекловолокна)

● **КПД котла брутто** =  $\frac{\text{Полезная мощность}}{\text{Подведенная тепловая мощность}}$

## Среднегодовой показатель КПД

● Он зависит от коэффициента среднегодовой работы котла

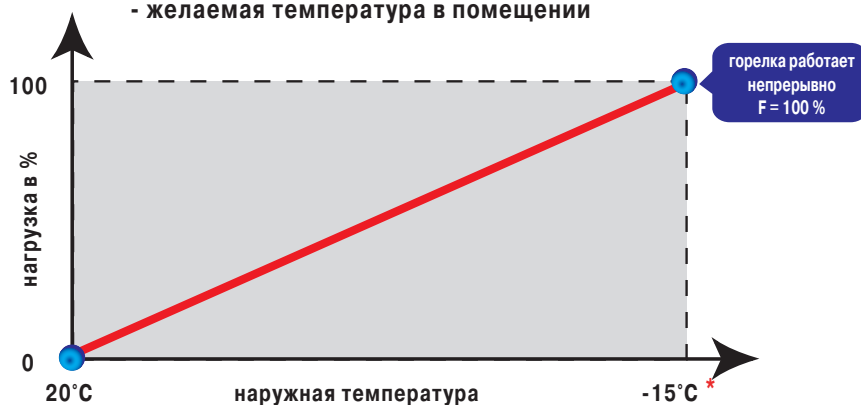
Коэффициент среднегодовой работы :

$$F = \frac{\text{время работы горелки}}{\text{длительность отопительного сезона}}$$

- Правильно смонтированный котел работает в течение 30% отопительного сезона.

Параметры, влияющие на коэффициент среднегодовой работы

- наружная температура
- желаемая температура в помещении

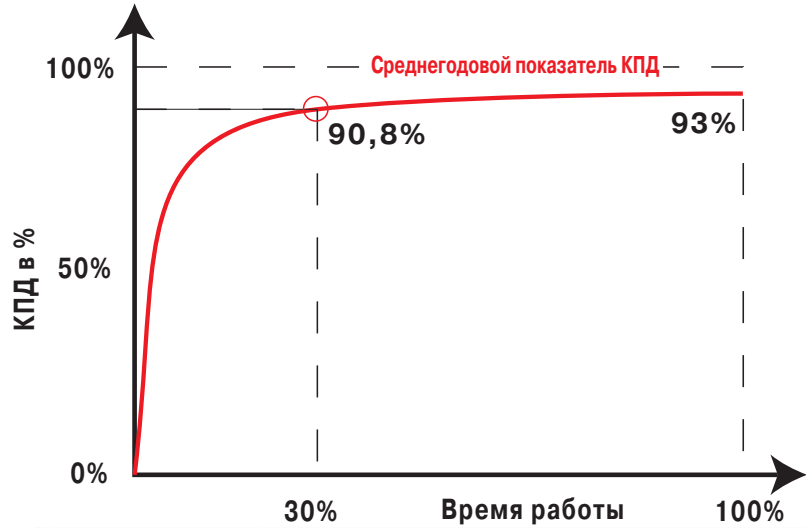


\* **Примечание** : для РФ эта температура выбирается согласно СНиП

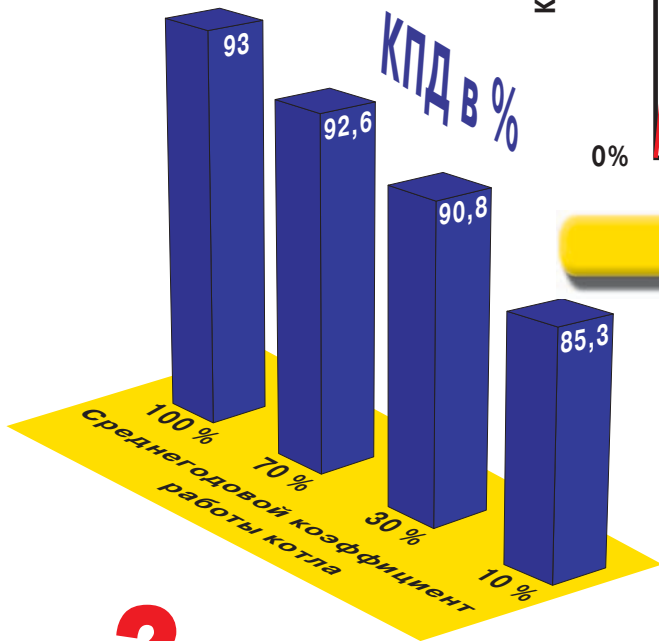
# Понятие КПД - 6

## Среднегодовой показатель КПД

● **Среднегодовой показатель КПД** =  $\frac{\text{КПД котла брутто}}{\left( \frac{\text{длительность отопительного сезона}}{\text{время работы горелки}} - 1 \right) \cdot \text{рабочий расход для поддержания температуры} + 1}$



**Малое время работы = малый КПД**



.....

.....

.....

.....

.....

.....

**? Упражнение** Определите среднегодовой показатель КПД жидкотопливного котла:

- Т дымовых газов - Т окружающей среды: 190°K
- Содержание CO<sub>2</sub>: 11,5%
- Рабочий расход для поддержания температуры: 0,035
- Потери через корпус: 1,5%
- Время работы котла в течение отопительного сезона : 25%

.....

.....

.....

.....

.....

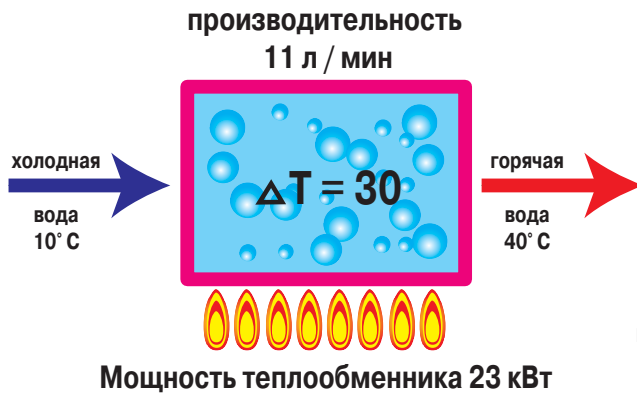
.....





## Свойства систем проточного типа

### Расчет постоянной производительности для 40°C



$$D = \frac{P_{\text{теплообм.}}}{\Delta T \cdot C}$$

Постоянная производительность

Мощность теплообменника

Повышение температуры

Удельная теплоемкость воды

пример :

$$D = \frac{23000}{30 \cdot 1,16} = 659 \text{ л/ч}$$

$$\text{производительность за минуту} = \frac{659}{60} = 11 \text{ л/мин}$$



## Упражнение

Расчитайте постоянную производительность по горячей воде в настенном водонагревателе проточного типа мощностью 24 кВт при следующих условиях :

- холодная вода: 10°С
- горячая вода: 45°С

Укажите производительность в л/ч и л/мин

-----

-----

-----

-----

-----

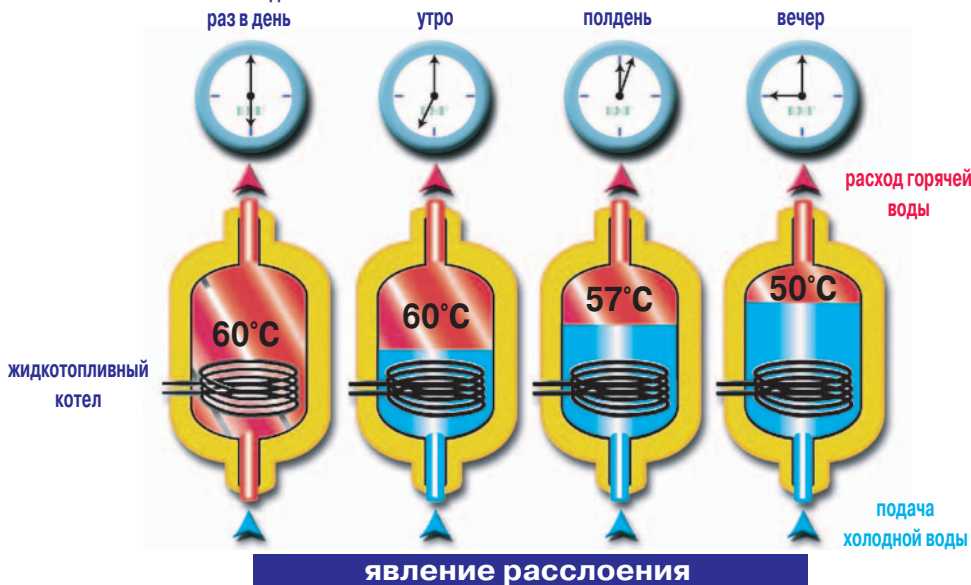
-----

-----

-----

## Системы накопительного или полунакопительного типа

- нагрев воды котлом один раз в день
- расход горячей воды : котел остановлен, вода не нагревается



-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

## Свойства систем накопительного типа

- Расчет максимального объема расходуемой горячей воды с температурой 45°C для электрического водонагревателя



Т хранения воды = 60°C  
Т холодной воды = 10°C

Объем расходуемой воды с T=45°C

$$V = C_B \cdot 0,95 \cdot \frac{T_{\text{хран. воды}} - T_{\text{хол. воды}}}{T_{\text{расх. воды}} - T_{\text{хол. воды}}}$$

Емкость водонагревателя в литрах      Температура холодной воды

пример :

$$V_{45} = 200 \cdot 0,95 \cdot \frac{60 - 10}{45 - 10} = 271 \text{ л}$$



Электрический водонагреватель емкостью 200 литров

## Упражнение

- Рассчитайте объем расходуемой воды с температурой 38° С для электрического водонагревателя емкостью 300 л при следующих условиях :
  - холодная вода : 10° С
  - горячая вода : 65° С

-----

-----

-----

-----

-----

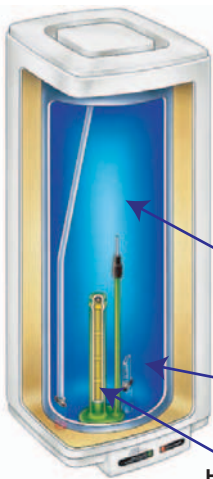
-----

-----

-----

## Свойства систем накопительного типа

- Расчет времени нагрева



Т хранения воды = 60°C  
Т холодной воды = 10°C  
Нагревательный элемент

необходимое количество теплоты:

$$Q = C_B \cdot \Delta T \cdot C$$

Количество теплоты      Удельная теплоемкость воды

Емкость водонагревателя в литрах      Разница температур горячей и холодной воды

расчет времени нагрева

$$t = \frac{Q \text{ теплоты}}{\text{нагреватель}}$$

Время в часах

Мощность нагревательного элемента

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

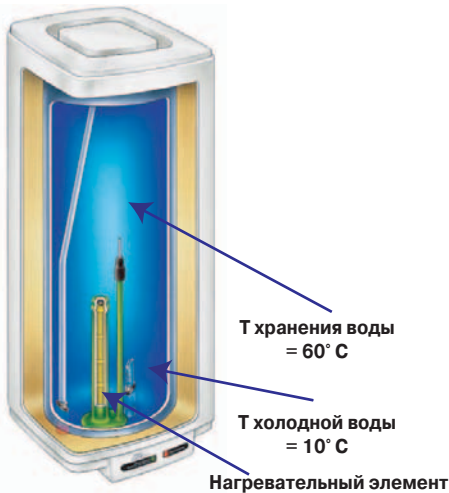
-----

Электрический водонагреватель емкостью 200л

# Горячее водоснабжение - 7

## Свойства систем накопительного типа

### Пример расчета времени нагрева



Электрический водонагреватель емкостью 200 л

Емкость водонагревателя : 200 л  
 Мощность нагревательного элемента: 2 400 Вт

### Необходимое количество теплоты

$$Q = C_v \cdot \Delta T \cdot C = 200 \cdot 50 \cdot 1,16 = 11\,600 \text{ Вт}\cdot\text{ч}$$

### Время нагрева

$$t = \frac{Q \text{ теплоты}}{\text{нагреватель}} = \frac{11\,600}{2\,400} = 4,8 \text{ ч}$$

или 4 ч 48 мин



## Упражнение

- Рассчитайте время нагрева электрического водонагревателя емкостью 300 л при следующих условиях :
  - холодная вода : 10° C
  - горячая вода : 65° C
  - мощность нагревательного элемента : 3000 Вт

-----

-----

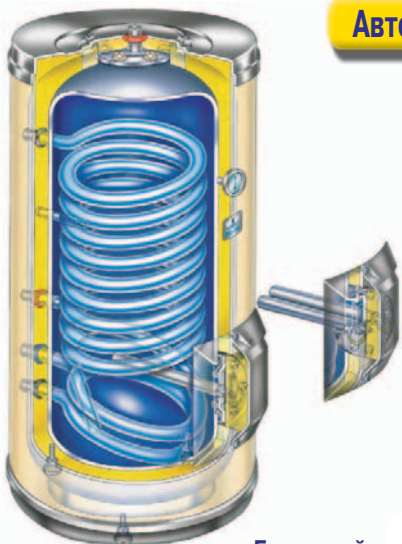
-----

-----

-----

## Свойства систем полунакопительного типа

### Автономные емкостные водонагреватели



Емкостный водонагреватель

Основные характеристики:

- постоянная производительность для 45° C
- производительность за 10 минут или пиковая производительность для 45° C

-----

-----

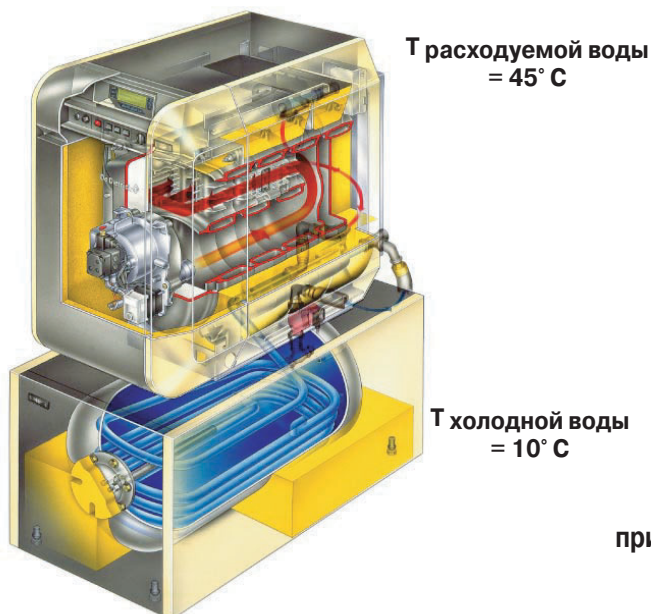
-----

-----

-----

## Свойства систем полунакопительного типа

- **Постоянная производительность :  $D_{\text{пост.}}$**  Характеризуется мощностью теплообменника



Постоянная производительность

Мощность теплообменника

$$D_{\text{пост.}} = \frac{P_{\text{тепл.}}}{\Delta T \cdot C}$$

Повышение температуры

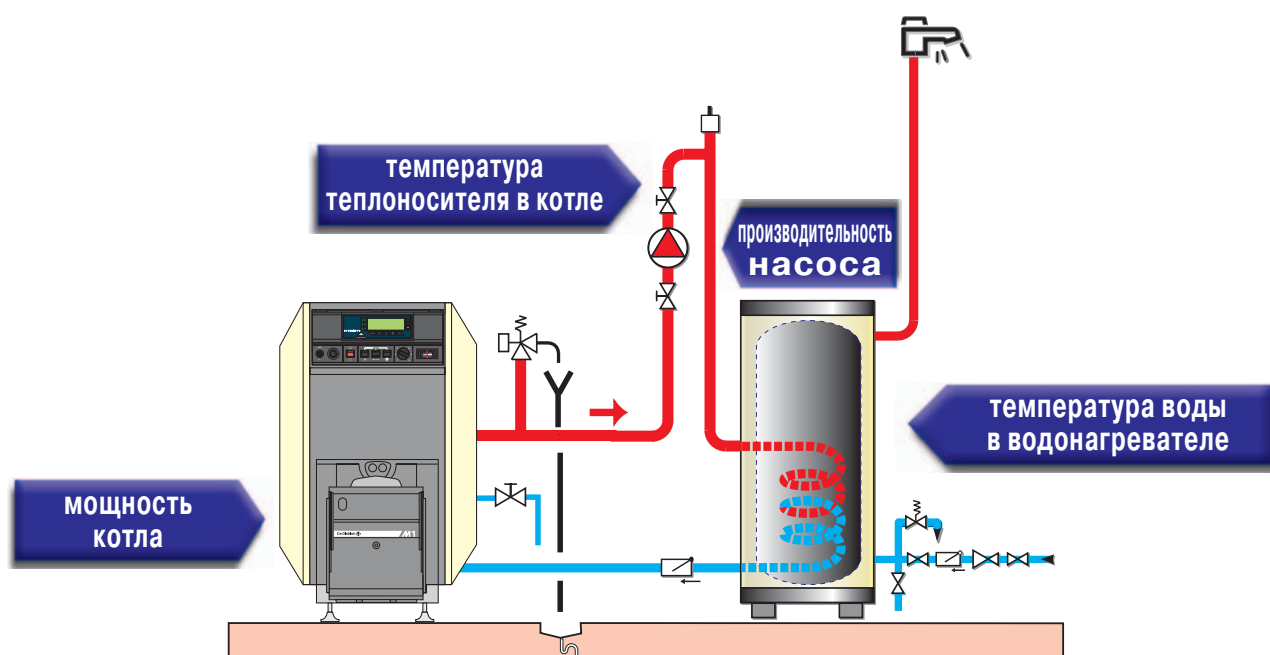
Удельная теплоемкость воды

Примечание: мощность котла должна быть больше мощности теплообменника

пример для емкостного водонагревателя на 150 л :

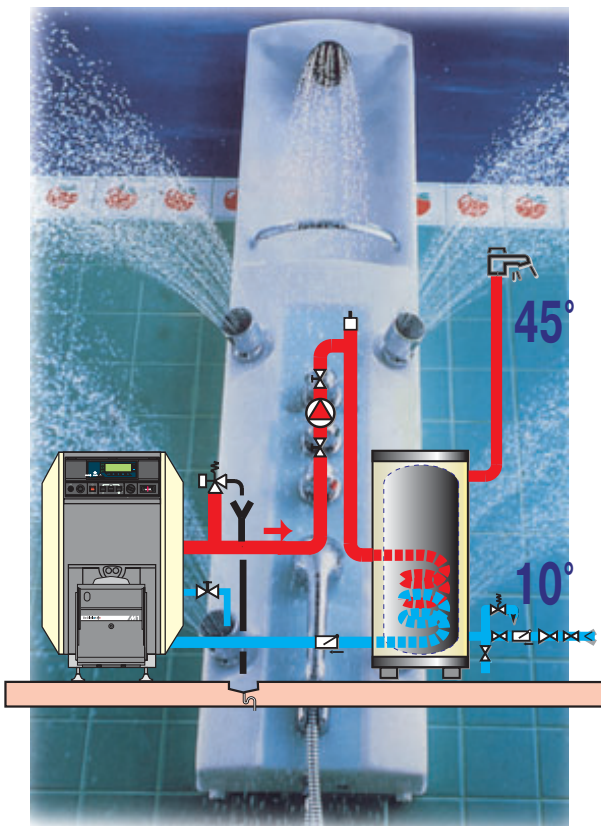
$$D_{\text{пост.}} = \frac{33\,000}{35 \cdot 1,16} = 810 \text{ л/ч или } 13,5 \text{ л/мин}$$

## Факторы, влияющие на характеристики емкостного водонагревателя



## Горячее водоснабжение - 7

### ● Производительность за 10 мин (пиковая)



Объем расходуемой горячей воды  $T=45^\circ\text{C}$  за 10 мин

"Мертвый" объем под теплообменником

Учет работы котла при расходе горячей воды

$$V = C_V \cdot 0,9 \cdot \frac{T_{\text{хран. воды}} - T_{\text{хол. воды}}}{T_{\text{расход. воды}} - T_{\text{хол. воды}}} + 0,5 \cdot \text{Произв.}$$

Емкость водонагревателя в литрах

Смешивание температур

Постоянная производительность за 10 мин

### ● Пример производительности за 10 мин

Емкость водонагревателя : 150 л

Мощность теплообменника : 38 кВт

### Расчет постоянной производительности

Непрерывная производительность теплообменника

$$D = \frac{P_{\text{теплообм.}}}{\Delta T \cdot C}$$

Повышение температуры

Удельная теплоемкость воды

$$D = \frac{38000}{35 \cdot 1,16} = 933 \text{ л/ч}$$

$$= \frac{933}{60} = 15,5 \text{ л/мин}$$

### Расчет производительности за 10 мин

$$V_{10\text{мин}} = 150 \cdot 0,9 \cdot \frac{60 - 10}{45 - 10} + 0,5 \cdot (15,5 \cdot 10) = 193 + 77 = 270 \text{ л}$$



### Упражнение

- Рассчитайте пиковую производительность за 10 мин для емкостного водонагревателя В 200 при следующих условиях:
- мощность теплообменника : 51 кВт
  - остальные характеристики идентичны вышеперечисленным

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

## Горячее водоснабжение - 7

### Свойства систем полунакопительного типа

#### ● Пример расчета времени нагрева



**ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ**  
**В 150-200-300-400-500**

Емкость водонагревателя : 150 л  
Температура хранения воды : 60° С  
Мощность теплообменника : 38 кВт

#### Необходимое количество теплоты

$$Q = C_v \cdot \Delta T \cdot C$$

Количество теплоты  $Q$  = Емкость водонагревателя в литрах  $C_v$  • Разница температур горячей и холодной воды  $\Delta T$  • Удельная теплоемкость воды  $C$

$$= 150 \cdot 50 \cdot 1,16$$

$$= 8700 \text{ Вт}$$

#### Время нагрева

$$t = \frac{Q \text{ теплоты нагреватель}}{\text{Мощность нагревательного элемента}}$$

$$= 8700 / 38000$$

$$= 0,22 \text{ ч}$$

$$= \text{около } 14 \text{ мин}$$



### Упражнение

- Рассчитайте время нагрева для емкостного водонагревателя В 200 (данные см. в предыдущем упражнении)

## Свойства газового водонагревателя накопительного типа

### ● пример расчета



ГВС  $T=45^{\circ}\text{C}$



Емкость водонагревателя : 142 л  
Температура хранения воды :  $60^{\circ}\text{C}$   
Мощность нагревателя : 8,12 кВт

### Расчет постоянной производительности

$$D = \frac{P_{\text{нагр.}}}{\Delta T \cdot C}$$

Постоянная производительность  
Мощность нагревателя  
Повышение температуры  
Удельная теплоемкость воды

$$D = \frac{8120}{35 \cdot 1,16} = 199 \text{ л/ч}$$

$$= \frac{199}{60} = 3,3 \text{ л/мин}$$

### Расчет производительности за 10 мин

$$V = C_v \cdot 0,9 \cdot \frac{T_{\text{хран. воды}} - T_{\text{хол. воды}}}{T_{\text{расход. воды}} - T_{\text{хол. воды}}} + 0,5 \cdot \text{Произв.}$$

Объем расходуемой горячей воды  $T=45^{\circ}\text{C}$  за 10 мин  
"Мертвый" объем под теплообменником  
Учет работы котла при расходе горячей воды  
Емкость водонагревателя в литрах  
Смешивание температур  
Постоянная производительность за 10 мин

$$V_{10\text{мин}} = 145 \cdot 0,9 \cdot \frac{60 - 10}{45 - 10} + 0,5 \cdot (3,3 \cdot 10) = 182 + 16,5 = 199 \text{ л}$$

### ● пример расчета времени нагрева



Емкость водонагревателя : 142 л  
Температура хранения воды :  $60^{\circ}\text{C}$   
Мощность нагревателя : 8,12 кВт

### Необходимое количество теплоты

$$Q = C_v \cdot \Delta T \cdot C$$

Количество теплоты  
Удельная теплоемкость воды  
Емкость водонагревателя в литрах  
Разница температур горячей и холодной воды

$$= 142 \cdot 50 \cdot 1,16$$

$$= 8236 \text{ Вт}$$

### Время нагрева

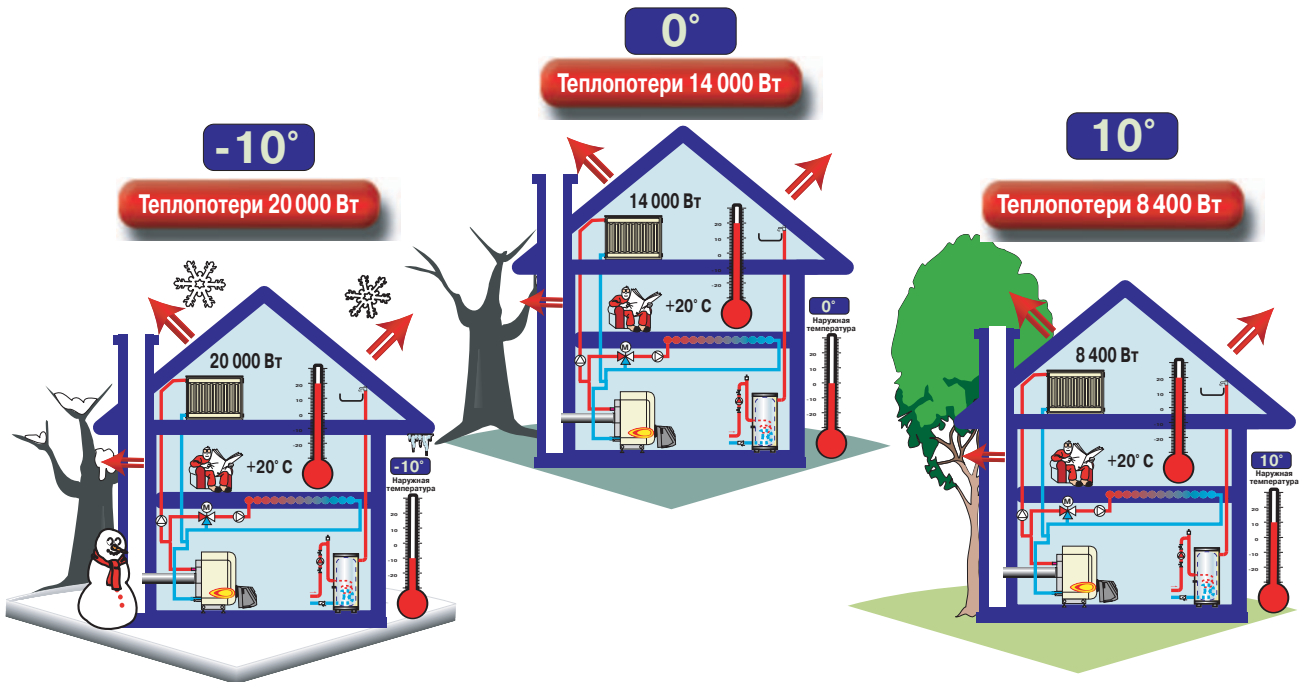
$$t = \frac{Q \text{ теплоты}}{\text{нагреватель}}$$

Время в часах  
Мощность нагревательного элемента

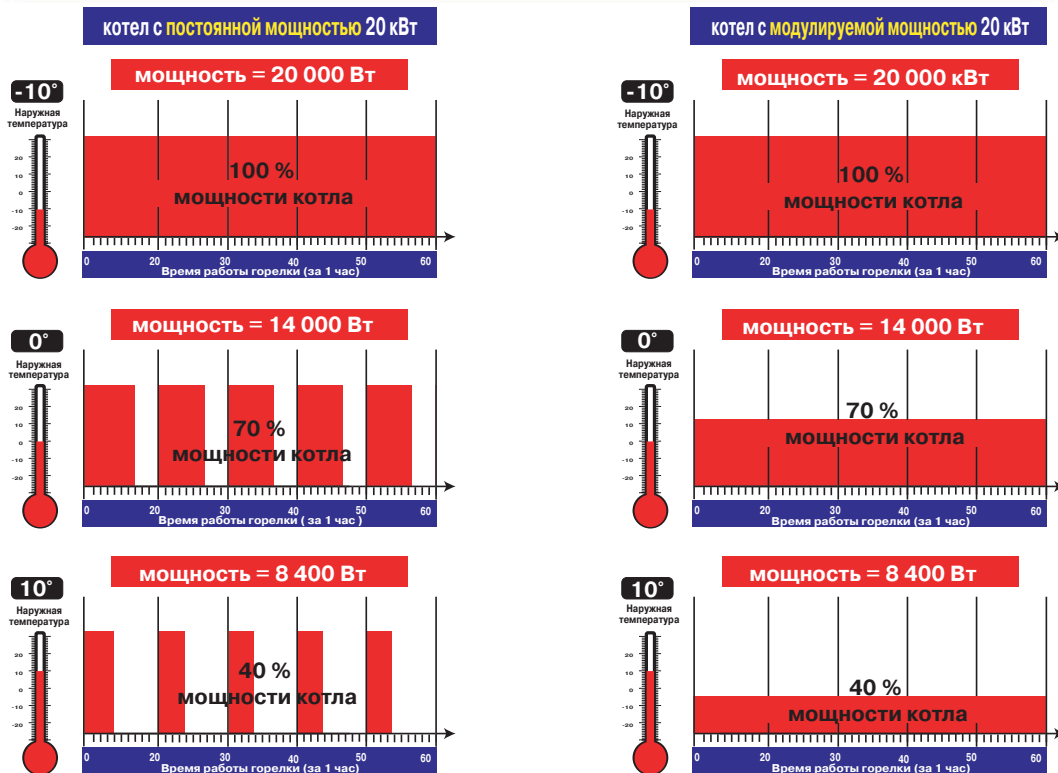
$$= 8236 / 8120$$

$$= \text{около 1 часа}$$

**Зачем осуществлять регулирование ?**



**Согласование производимой теплоты и тепловых потерь**





## Аргументы

● Автоматизация работы

● Улучшенный комфорт

● Экономия энергии

---

---

---

---

---

---

## Основа

● Термостатический вентиль



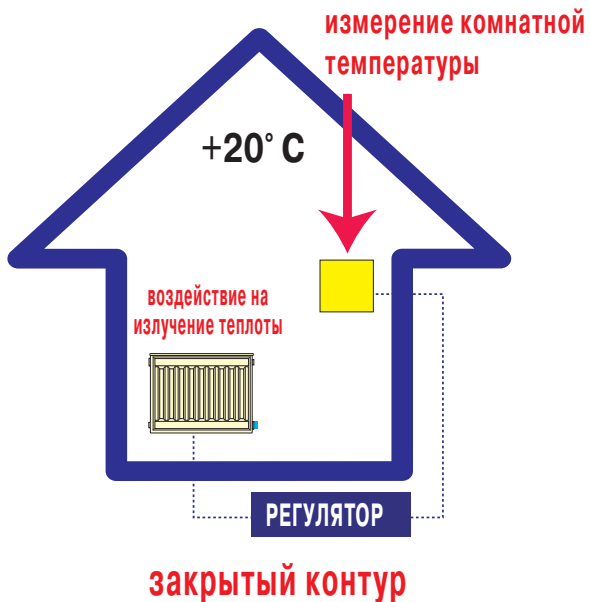
регулирование расхода воды  
через радиатор

согласует мощность радиатора с  
потребностью в тепле

- обеспечивает повентильное регулирование
- учитывает естественные притоки тепла
- низкая стоимость
- сохраняет температурный режим котла
- нет программирования

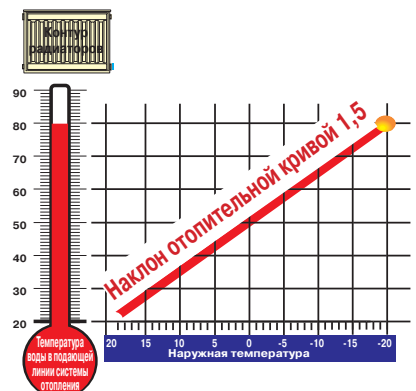
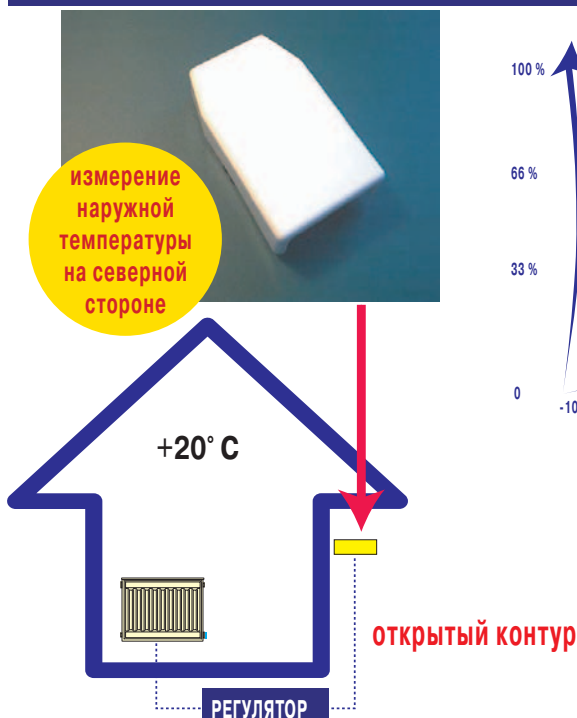
## Принцип

### Регулирование комнатной температуры (термостат комнатной температуры)



- регулирование комнатной температуры в зависимости от теплотерь
- учитывает естественные притоки тепла
- легкость монтажа
- регулирует всю установку по одному устройству
- колебания комнатной температуры

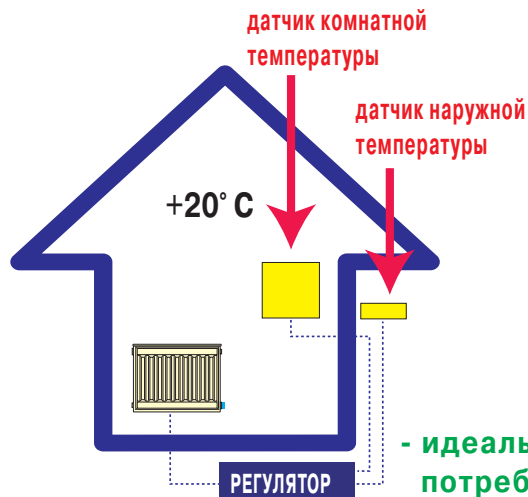
### Регулирование с датчиком наружной температуры



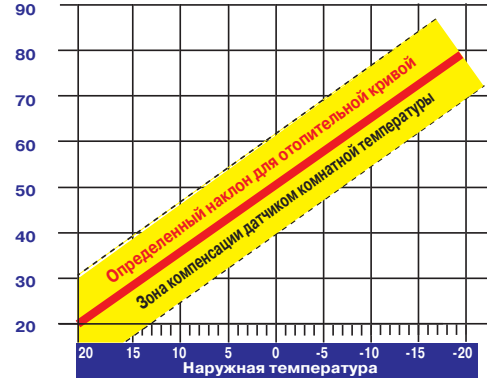
- идеальное согласование котла и потребностей в тепле
- постоянная температура помещения
- задающее устройство для системы установок
- не учитывает естественные притоки тепла

## Принцип

### ● Регулирование с датчиком наружной температуры и с учетом комнатной температуры

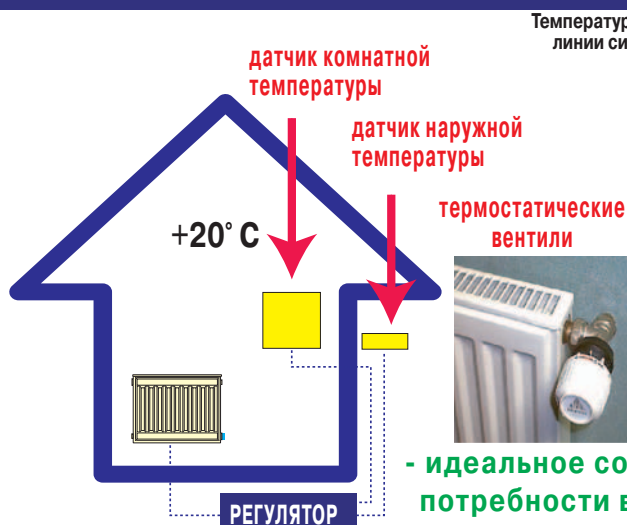


Температура воды в подающей линии системы отопления

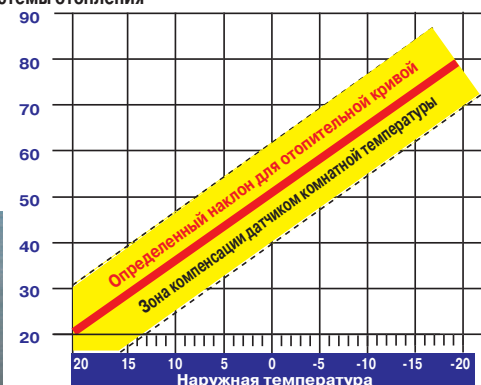


- идеальное согласование котла и потребности в тепле
- постоянная комнатная температура
- управляется система установок
- учитываются естественные притоки тепла

### ● Регулирование с датчиком наружной температуры с учетом комнатной температуры и с термостатическими вентилями



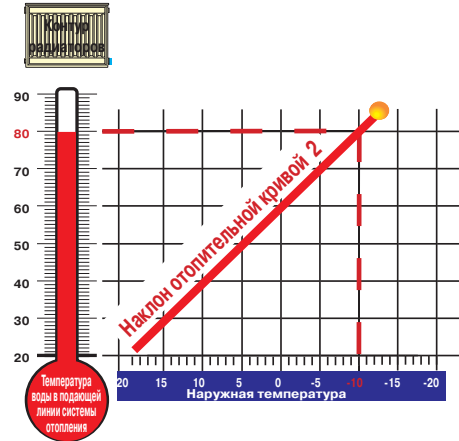
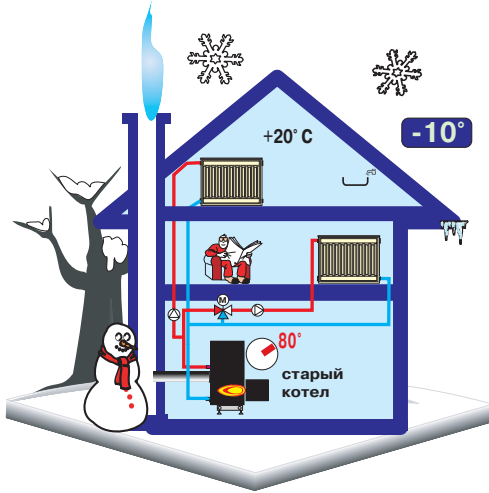
Температура воды в подающей линии системы отопления



- идеальное согласование котла и потребности в тепле
- постоянная комнатная температура
- управляется система установок
- учитываются естественные притоки тепла
- повентильное регулирование

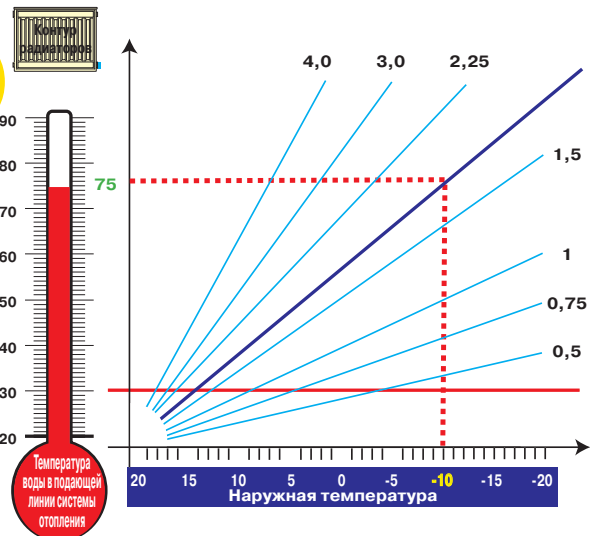
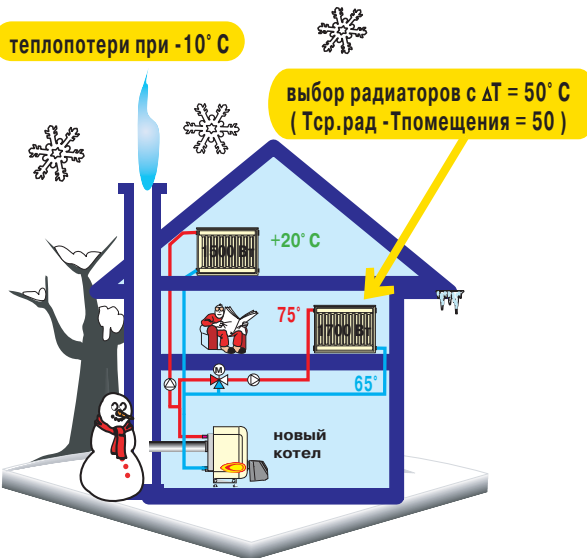
Принцип

Регулирование наклона отопительной кривой : замена старого котла



$$\text{Наклон} = \frac{\text{изменение температуры воды в подающей линии}}{\text{изменение наружной температуры}} = \frac{\text{от } 20^\circ \text{ до } 80^\circ}{\text{от } +20^\circ \text{ до } -10^\circ} = \frac{60}{30} = 2$$

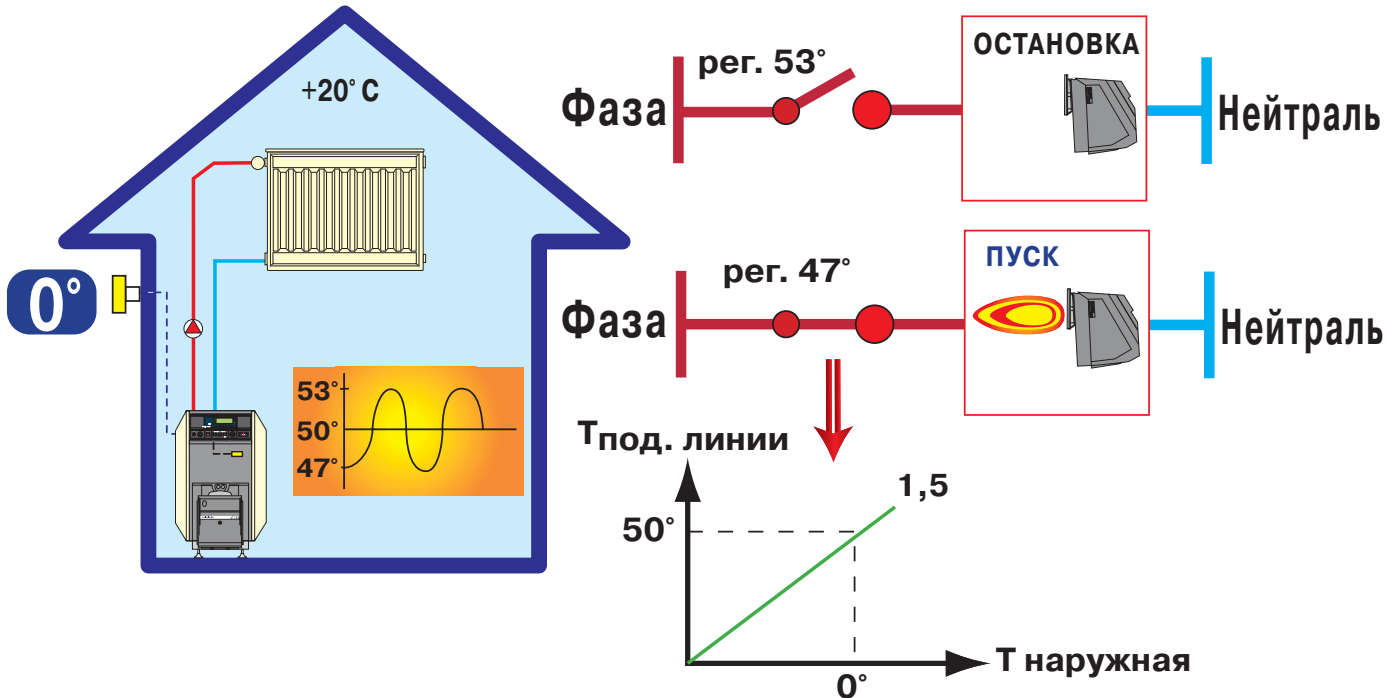
Регулирование наклона отопительной кривой: новая установка



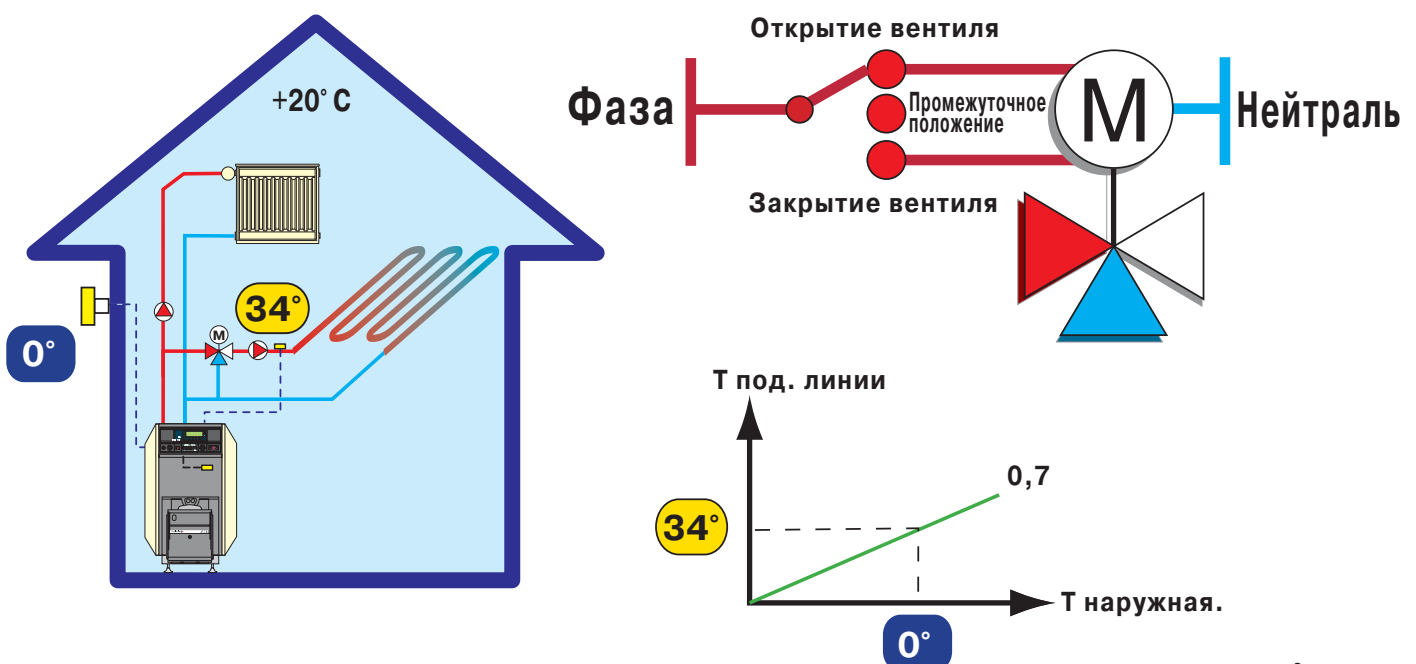
$$\text{Наклон} = \frac{\text{изменение температуры воды в подающей линии}}{\text{изменение наружной температуры}} = \frac{\text{от } 20^\circ \text{ до } 75^\circ}{\text{от } +20^\circ \text{ до } -10^\circ} = \frac{55}{30} = 1,8$$

## Принцип

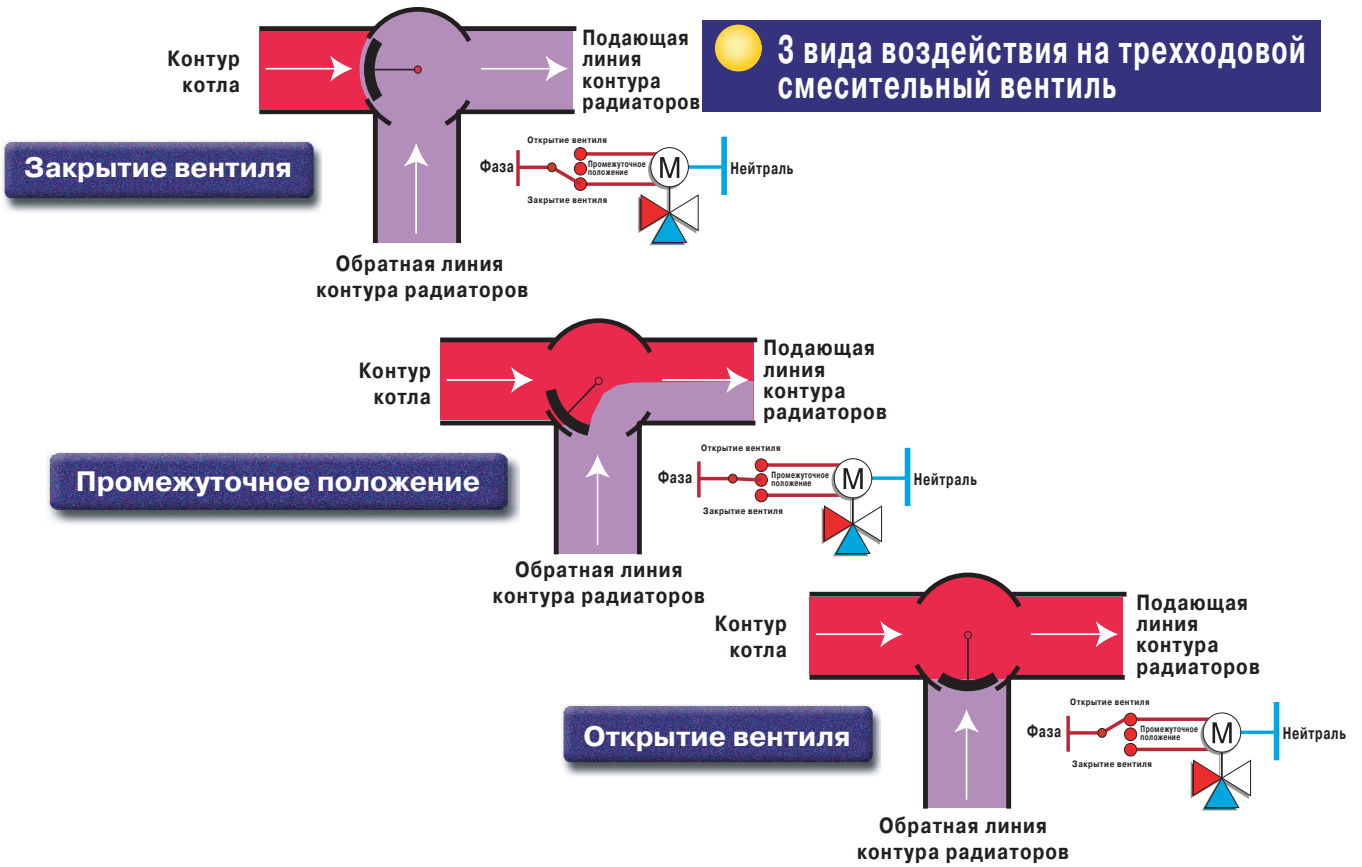
### 2 вида воздействия на горелку



### 3 вида воздействия на трехходовой смесительный вентиль



## Принцип



## Выбор системы

		Комфорт	Экономия энергии
Термостат комнатной температуры		+	+
Программируемый термостат комнатной температуры		++	++
Программируемый термостат комнатной температуры и термостатические вентили		+++	+++
Панель управления Diematic-Delta с датчиком наружной температуры		++++	++++
Панель управления Diematic-Delta с датчиками наружной и комнатной температуры и термостатические вентили		+++++	+++++
Термостатические вентили		++	++

Жилой дом с 10 радиаторами

[www.dedietrich.com](http://www.dedietrich.com)

Московское представительство  
129090 г. Москва  
ул. Гиляровского д. 8, офис 7  
Тел. : (495) 974-16-03 - Факс : (495) 974-66-08  
Эл. почта : [dedietrich@nnt.ru](mailto:dedietrich@nnt.ru)  
[www.dedietrich.com](http://www.dedietrich.com)

**De Dietrich** 