

Понятие КПД - 6

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

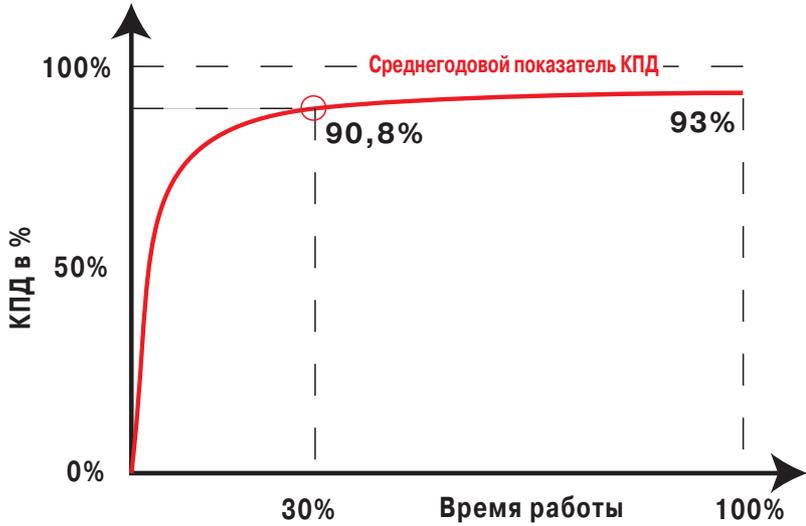


* **Примечание** : для РФ эта температура выбирается согласно СНиП

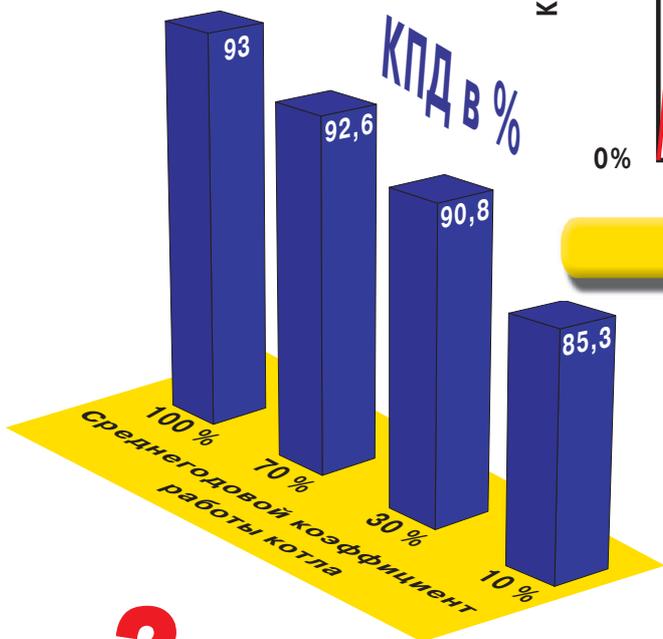
Понятие КПД - 6

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

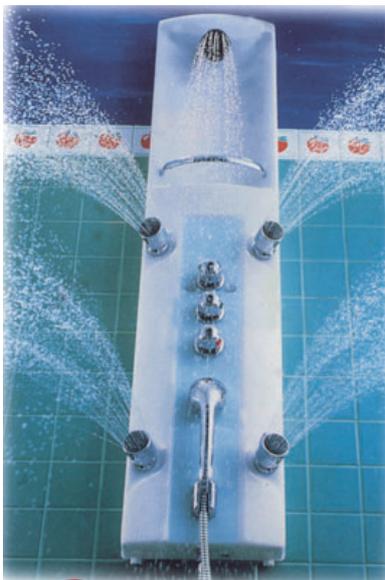


? Упражнение Определите среднегодовой показатель КПД жидкотопливного котла:

- Т дымовых газов - Т окружающей среды: 190°K
- Содержание CO₂ : 11,5%
- Рабочий расход для поддержания температуры: 0,035
- Потери через корпус : 1,5%
- Время работы котла в течение отопительного сезона : 25%

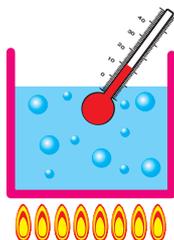
Горячее водоснабжение - 7

ОСНОВЫ



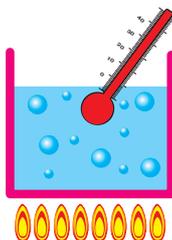
Количество теплоты, необходимое:

для нагрева
на 1°C
1 л воды



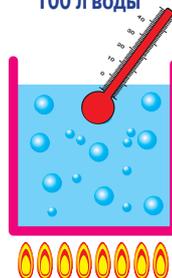
1 ккал
или
1,16 Вт·ч

для нагрева
на 50°C
1 л воды



50 ккал
или
58 Вт·ч

для нагрева
на 50°C
100 л воды



5000 ккал
или
5800 Вт·ч



Упражнение

Вычислите количество теплоты,
необходимое для нагрева 300 л воды
от 10°C до 65°C

- в ккал
- в Вт·ч

Различные системы

Проточного типа



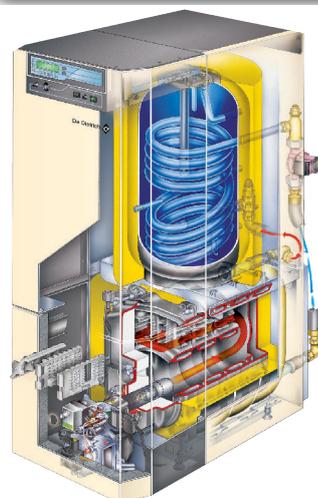
Водонагреватель / Водогреющая
колонка для ванны
Настенный двухконтурный котел
Пластиначатый теплообменник

Накопительного типа



Электрический водонагреватель

Полунакопительного типа

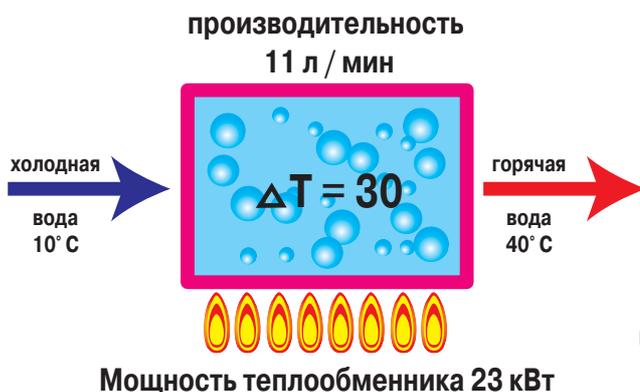


Встроенный емкостный водонагреватель
жидкотопливных/газовых котлов

Горячее водоснабжение - 7

Свойства систем проточного типа

Расчет постоянной производительности для 40°C



Постоянная производительность

Мощность теплообменника

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

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

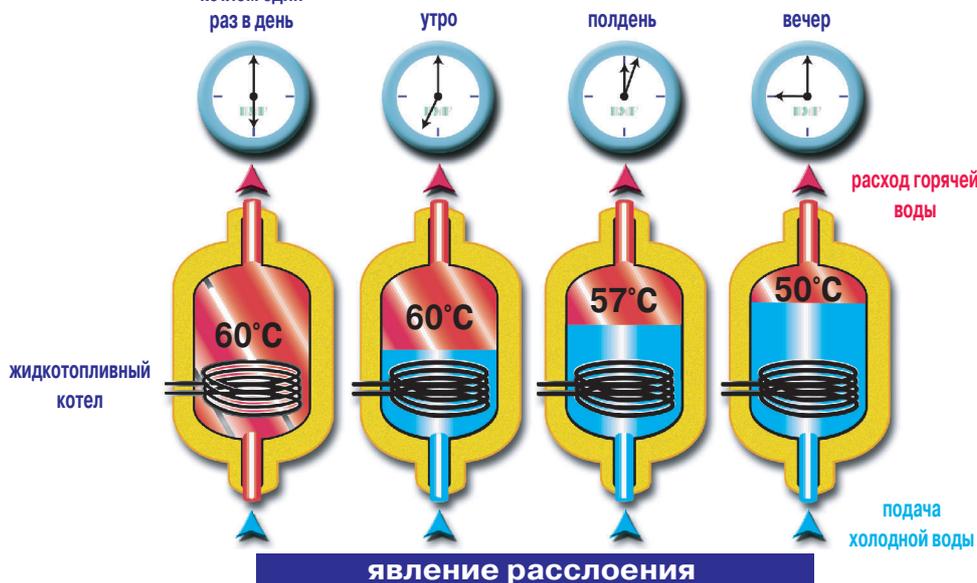
Расчитайте постоянную производительность по горячей воде в настенном водонагревателе проточного типа мощностью 24 кВт при следующих условиях :

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

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



Горячее водоснабжение - 7

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

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

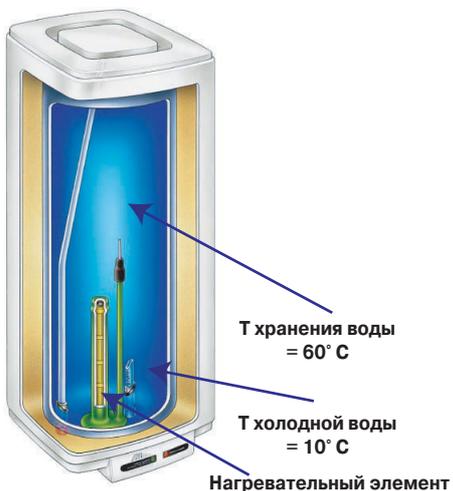
Время в часах Мощность нагревательного элемента

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

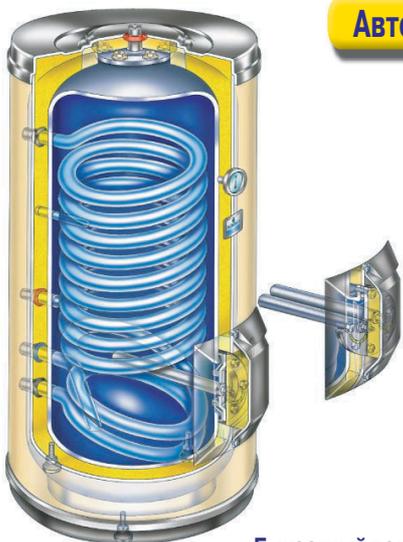


Упражнение

- 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

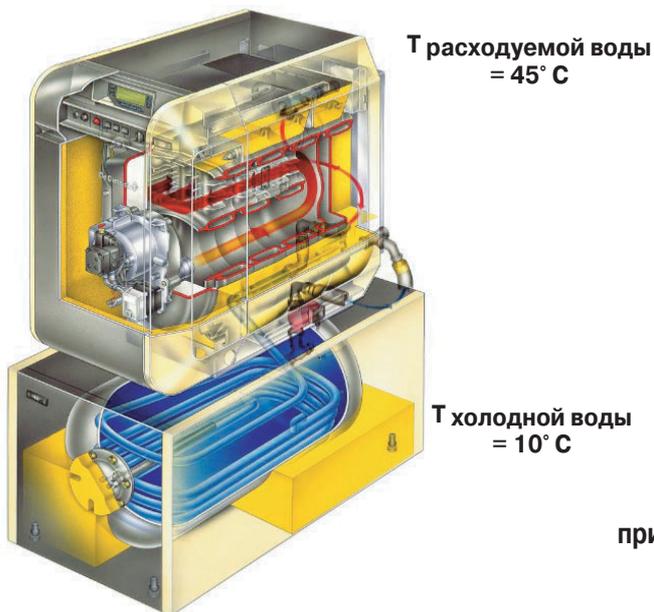
Основные характеристики:

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

Горячее водоснабжение - 7

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

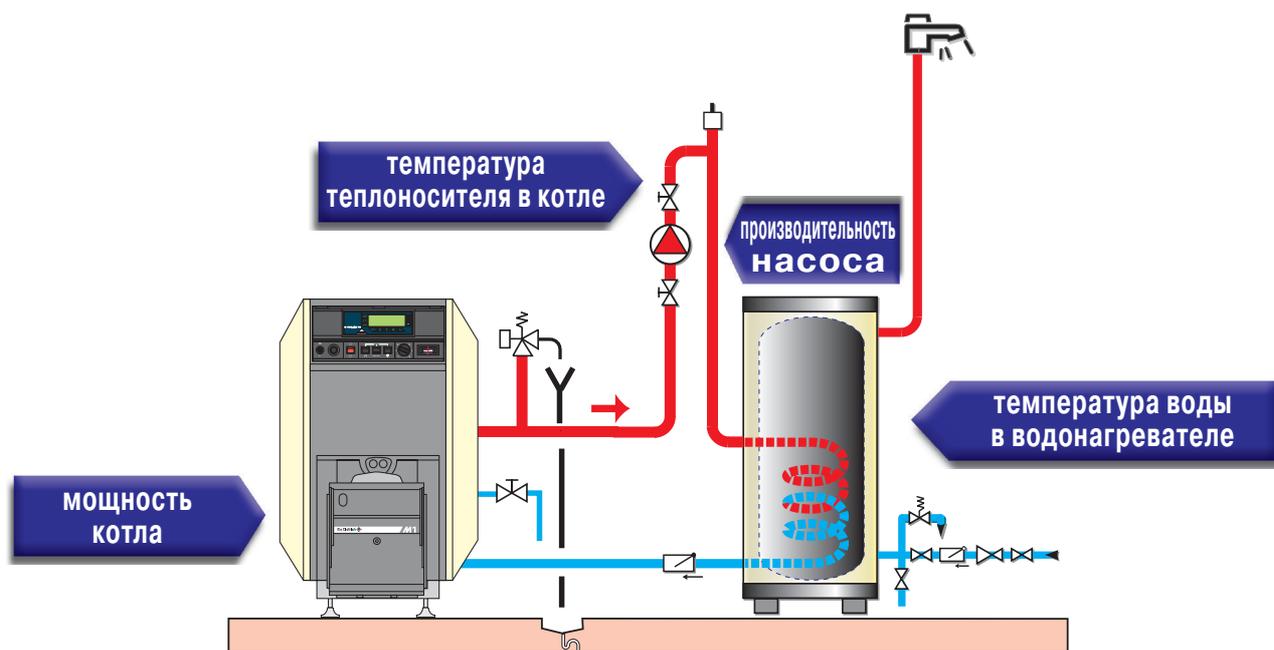
Удельная теплоемкость воды

Примечание: мощность котла должна быть больше мощности теплообменника

пример для емкостного водонагревателя на 150 л :

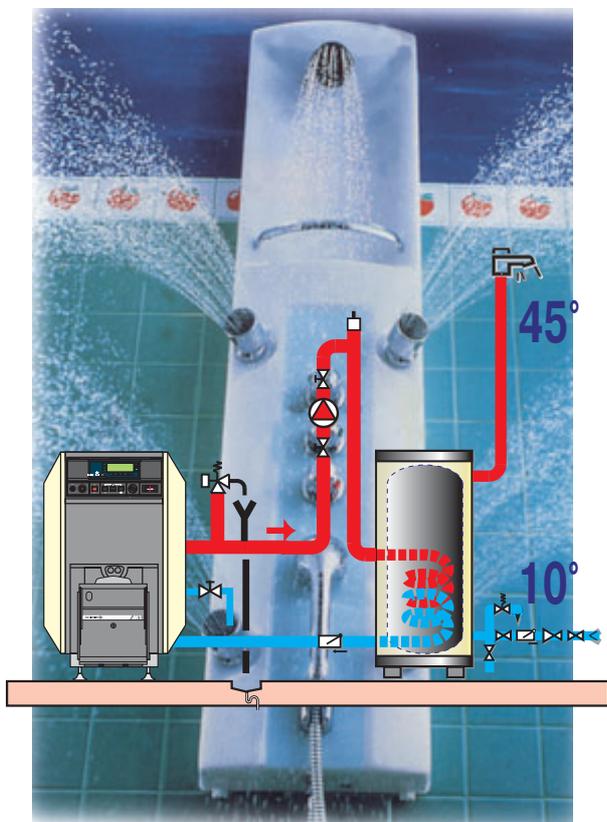
$$D_{\text{пост.}} = \frac{33000}{35 \cdot 1,16} = 810 \text{ л/ч или } 13,5 \text{ л/мин}$$

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

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

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

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

$$= 150 \cdot 50 \cdot 1,16$$
$$= 8700 \text{ Вт}$$

Время нагрева

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

Время в часах

$$= 8700 / 38000$$
$$= 0,22 \text{ ч}$$
$$= \text{около } 14 \text{ мин}$$



Упражнение

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

Горячее водоснабжение - 7

Свойства газового водонагревателя накопительного типа

● пример расчета



ГВС T=45° C



Емкость водонагревателя : 142 л
 Температура хранения воды : 60° C
 Мощность нагревателя : 8,12 кВт

Расчет постоянной производительности

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

Постоянная производительность (D)
 Мощность нагревателя (P_{нагр.})
 Повышение температуры (ΔT)
 Удельная теплоемкость воды (C)

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

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

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° C за 10 мин (V)
 Емкость водонагревателя в литрах (C_v)
 "Мертвый" объем под теплообменником
 Смешивание температур
 Учет работы котла при расходе горячей воды
 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° C
 Мощность нагревателя : 8,12 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 (ΔT)
 Удельная теплоемкость воды (C)

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

$$= 8236 \text{ Вт}$$

Время нагрева

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

Время в часах (t)
 Мощность нагревательного элемента

$$= 8236 / 8120$$

$$= \text{около 1 часа}$$