

## 7-9 классы задача 1.3. (решение)

**1.3. Задача.** Баба Зина в холодный зимний день решила попить чай с малиновым вареньем. Она налила в свой старый электрический чайник воду массой  $m = 2\text{ кг}$  прикомнатной температурой  $t_0 = 20^\circ\text{C}$  и начала нагревать его содержимое. Однако, нагрев воду до  $t_1 = 60^\circ\text{C}$  за время  $\tau_1 = 2,5\text{ мин}$ , ее старый чайник неожиданно сломался. Оставив воду остывать в старом чайнике, баба Зина за  $\tau_2 = 10\text{ мин}$  сбегала в ближайший магазин и купила новый электрический чайник с вдвое большей мощностью. Быстро перелив воду из старого чайника в новый чайник, она довела воду до кипения за  $\tau_3 = 2\text{ мин}$  и приготовила себе чай с малиновым вареньем. Пока баба Зина бегала в магазин вода в старом чайнике отдавала тепло в окружающую среду со средней скоростью  $q = 400\text{ Дж/с}$ . Найти КПД  $\eta_2$  нового чайника, если КПД старого чайника равен  $\eta_1 = 80\%$ . Температура кипения воды равна  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ . Удельная теплоемкость воды равна  $c = 4200\text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ . При расчетах теплоемкостями чайников пренебречь.

### 1.3. Решение.

КПД чайника  $\eta$  можно определить как отношение количества теплоты, необходимого для нагревания воды, к затраченной работе  $A$ , где  $A = N\tau$  ( $N$  - мощность чайника,  $\tau$  - время его работы).

Запишем уравнение теплового баланса для нагревания воды в старом чайнике:

$$N\tau_1\eta_1 = cm(t_1 - t_0). \quad (1)$$

Запишем уравнение теплового баланса для нагревания воды в новом чайнике:

$$2N\tau_3\eta_2 = cm(t_{100} - t_1^*), \quad (2)$$

где  $t_1^*$  - температура воды в старом чайнике, до которой остыла вода, пока баба Зина бегала в магазин.

Во время отсутствия бабы Зины вода в старом чайнике отдавала количество теплоты в окружающую среду (при этом она охладилась до температуры  $t_1^*$ ):

$$q\tau_2 = cm(t_1 - t_1^*). \quad (3)$$

Из формул (1-3) получим:

$$\eta_2 = \frac{\tau_1\eta_1}{2\tau_3(t_1 - t_0)} \cdot \left[ t_{100} - t_1 + \frac{q\tau_2}{cm} \right] =$$
$$\frac{2,5 \cdot 60 \cdot 0,8}{2 \cdot 2 \cdot 60 \cdot (60 - 20)} \cdot \left[ 100 - 60 + \frac{400 \cdot 600}{4200 \cdot 2} \right] \approx 0,86 \text{ (86\%)}.$$

**Ответ:**  $\eta_2 \approx 0,86 \text{ (86\%)}$ .