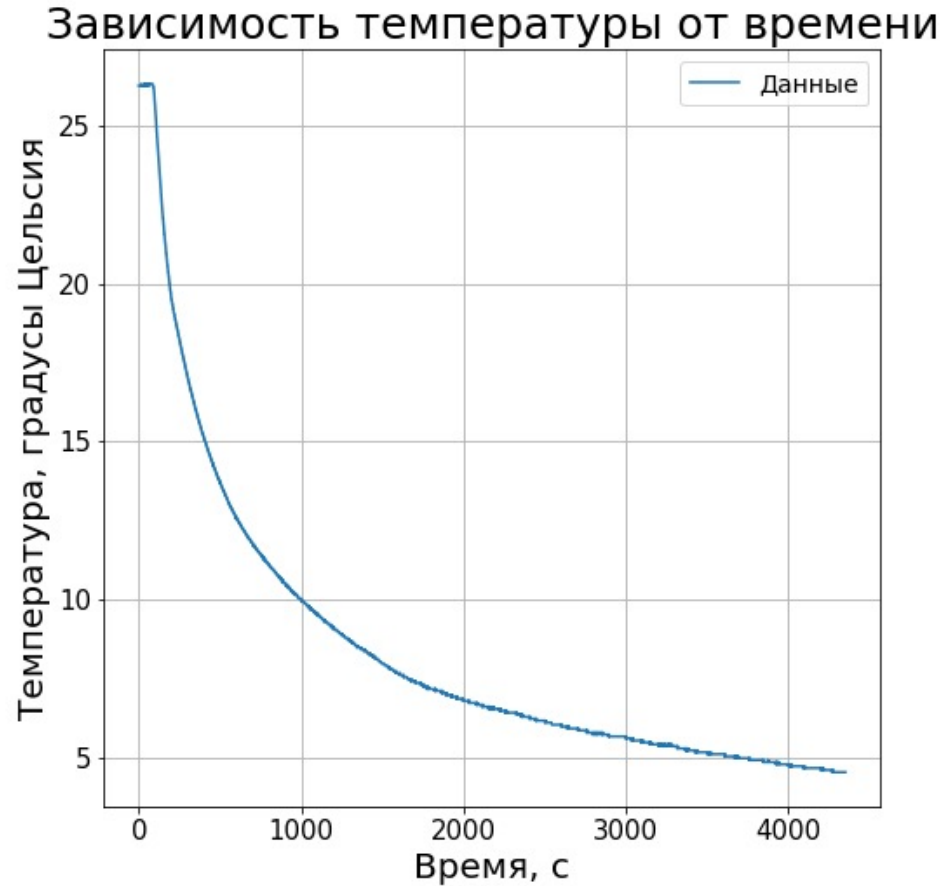


Элемент Пельтье

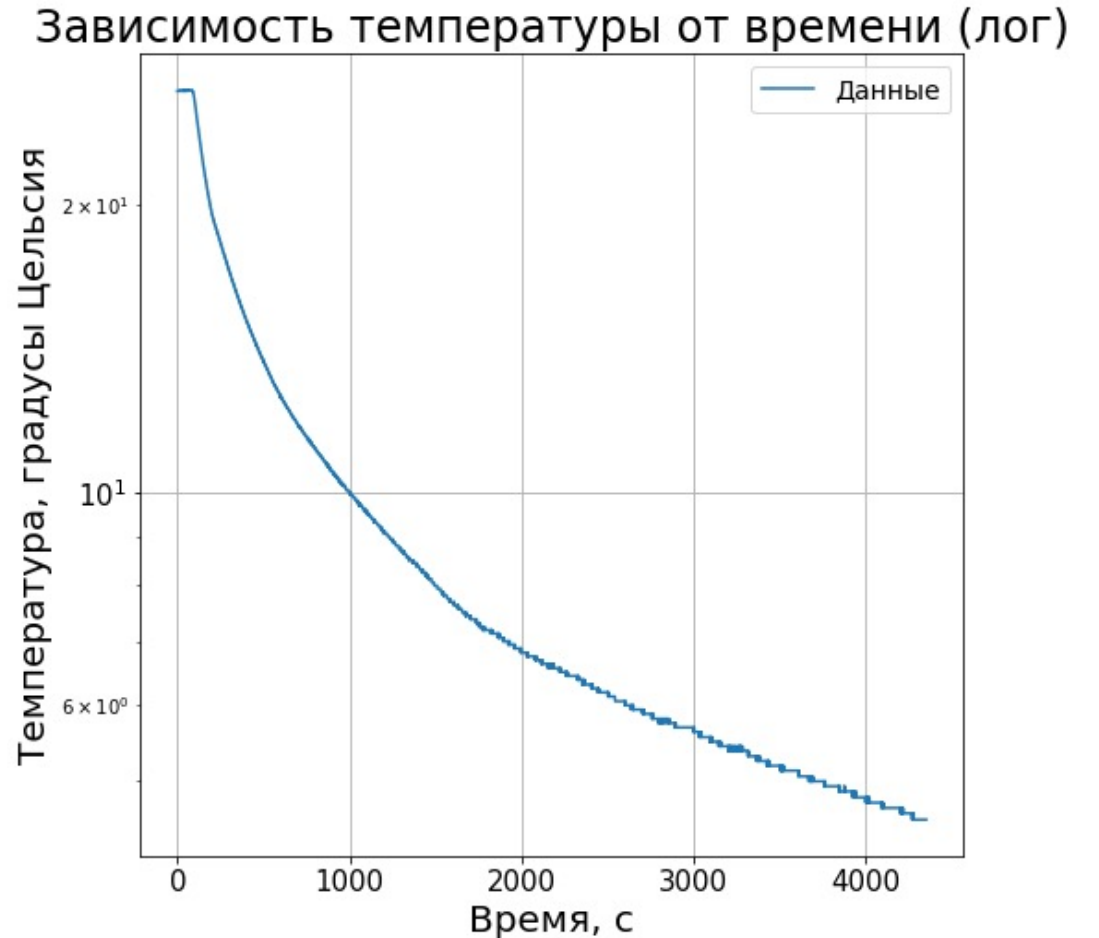
Блуменау М И БФ3191

Эксперимент



КПД: 4.84%

Минимальная температура (на элементе): -14.64 градуса Цельсия



Потребляемая мощность: 71.71 Вт

Модель Онзагера-Каллена

$$\mathbf{J}_E = \mathbf{J}_Q + \mu_e \mathbf{J}_N$$

$$\mathbf{F}_N = \nabla \left(-\frac{\mu_e}{T} \right), \quad \mathbf{F}_E = \nabla \left(\frac{1}{T} \right)$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{J}_N \\ \mathbf{J}_E \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{NN} & L_{NE} \\ L_{EN} & L_{EE} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \nabla \left(-\frac{\mu_e}{T} \right) \\ \nabla \left(\frac{1}{T} \right) \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{J}_Q = \mathbf{J}_E - \mu_e \mathbf{J}_N$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{J}_N \\ \mathbf{J}_Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{11} & L_{12} \\ L_{21} & L_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\frac{1}{T} \nabla \mu_e \\ \nabla \left(\frac{1}{T} \right) \end{bmatrix}$$

Случаи изотермического процесса,
процесса без переноса частиц

$$L_{11} = L_{NN}, \quad L_{12} = L_{NE} - \mu_e L_{NN}, \quad L_{22} = L_{EE} - \mu_e(L_{EN} + L_{NE}) + \mu_e^2 L_{NN}$$

$$\mathbf{J} = \frac{-eL_{11}}{T} \nabla \mu_e$$

$$\sigma_T = \frac{e^2}{T} L_{11}$$

$$\mathbf{J} = \mathbf{0} = -L_{11} \left(\frac{\nabla \mu_e}{T} \right) + L_{12} \nabla \left(\frac{1}{T} \right)$$

Коэффициент Зеебека

$$-\frac{1}{e}\nabla\mu_e \equiv \alpha\nabla T = \mathbf{E}|_{J=0}$$

$$\alpha = \frac{1}{eT} \frac{L_{12}}{L_{11}}$$

Коэффициент Пельтье

$$\mathbf{J} = eL_{11} \left(-\frac{1}{T} \nabla \mu_e \right), \mathbf{J}_Q = L_{21} \left(-\frac{1}{T} \nabla \mu_e \right)$$

$$\mathbf{J}_Q = \frac{1}{e} \frac{L_{12}}{L_{11}} \mathbf{J}$$

$$\mathbf{J}_Q = \Pi \mathbf{J}, \quad \Pi = \frac{1}{e} \frac{L_{12}}{L_{11}}$$

$$\Pi = \alpha T$$

Энтропия отдельно взятой частицы

$$\mathbf{J}_S = \frac{1}{T} \left[L_{21} \left(-\frac{1}{T} \nabla \mu_e \right) + L_{22} \nabla \left(\frac{1}{T} \right) \right]$$

$$\mathbf{J}_S = \frac{L_{21}}{TeL_{11}} \mathbf{J} + \frac{1}{T} L_{22} \nabla \left(\frac{1}{T} \right)$$

$$S_N = \frac{L_{21}}{TL_{11}}$$

$$S_N = e\alpha$$

L_{11}	$L_{12} = L_{21}$	L_{22}
$\frac{T}{e^2} \sigma_T$	$\frac{T^2}{e^2} \sigma_T S_N$	$\frac{T^3}{e^2} \sigma_T S_N^2 + T^2 \kappa_J$