

ЗАДАНИЕ ПО КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ

ВАРИАНТ 47111 для 11 класса

Лаборанту поручили испытания термоинтерфейса новой модели видеокарты. В качестве модельного источника тепла было решено использовать плоский нагревательный элемент, представляющий собой спираль из медного проводника длиной 1 м, шириной 5 мм и толщиной 1 мм. На нагреватель подаётся постоянное напряжение 0,8 В. Через непроводящую высокотемпературную термопасту и испытываемый термоинтерфейс, коэффициент теплоотдачи которого $K_T = 0,5$ Вт/К в большом температурном диапазоне, тепло отводится на алюминиевый радиатор массой 0,5 кг. Сам радиатор охлаждается воздушным потоком, температура которого равна $T_0 = 20^\circ\text{C} = 293,15$ К, что обеспечивает теплоотдачу с коэффициентом $K_p = 2$ Вт/К. Будем считать для простоты, что это соответствует температуре в лаборатории во время эксперимента. Удельное сопротивление меди меняется по закону $\rho = \rho_0 \cdot (1 + a \cdot (T - T_0))$, где $\rho_0 = 1,68 \cdot 10^{-8}$ Ом·м, $a = 3,9 \cdot 10^{-3}$ К⁻¹. Удельная теплоёмкость меди $C_{cu} = 385$ Дж/(кг·К), плотность $\rho_{cu} = 8960$ кг/м³. Удельная теплоёмкость алюминия $C_{al} = 900$ Дж/(кг·К).

Чтобы смоделировать этот эксперимент численно, перейдём к дискретному времени и будем рассматривать только моменты $t_0, t_0 + \Delta t, t_0 + 2\Delta t$ и так далее. Дополнительно будем предполагать, что в течение каждого интервала времени Δt , переменные меняются незначительно, тогда мы сможем пренебречь этими изменениями для достаточно малого Δt . При таком подходе можно рассчитать изменения всех переменных в течение рассматриваемого интервала Δt по их значениям в начале интервала, после чего найти их значения в конце интервала. Эти действия следует повторять до тех пор, пока не будет достигнуто заданное условие по одной из переменных, в данном случае это температура проводника T . Точность расчёта зависит от выбранного значения шага дискретизации Δt , поэтому на практике, как правило, делают серию расчётов с уменьшающимся временным шагом. Для начального расчёта возьмём $\Delta t = 0,1$ с.

1. Найдите время t_1 , через которое температура нагревательного элемента первый раз превысит 180°C .

2. Повторите этот расчёт для вдвое меньшего Δt . Найдите разницу $|t_2 - t_1|$ между вновь найденным значением t_2 и значением из пункта 1.

3. Найдите энергию, отведённую от нагревателя в радиатор к моменту t_2 .

4. Найдите энергию, которая была потрачена на нагрев проводника.

5. Найдите полное Джоулево тепло, выделившееся на нагревателе, и сравните его с суммой энергий, полученных в пунктах 3 и 4.

Ответы: 1. 30,70 с. 2. 30,75 с, $|t_2 - t_1| = 0,05$ с. 3. 1523,55 Дж. 4. 2760,13 Дж. 5. 4283,68 Дж.