



Рис. 4

ти, что находится справа от асимптоты, не имеет физического смысла.

Прямая «слабой» теплоотдачи всегда расположена ниже кривой тепловыделения, и поэтому пересечений в этом случае нет, что соответствует отсутствию решений уравнения (5) при «плохом» условии (6). Прямая «сильной» теплоотдачи пересекает кривую тепловыделения дважды: два решения существуют при «хорошем» условии (7). Давайте сначала рассмотрим устойчивость меньшего из них (t_1). Слева от него кривая тепловыделения расположена выше прямой, характеризующей теплоотдачу (см. рис.4), поэтому, если из-за какого-то кратковременного внешнего воздействия температура t вдруг понизится ($t < t_1$), резистор вновь начнет нагреваться до прежней температуры. Справа от точки t_1 , но левее точки t_2 кривая тепловыделения лежит ниже прямой, определяющей теплоотдачу, поэтому здесь преобладает охлаждающий фактор, «возвращающий» температуру к равновесному значению t_1 . Таким образом, это равновесие устойчивое. Справа от точки t_2 тепловыделение всегда выше теплоотдачи, и, попав в эту область, температура резистора будет продолжать увеличиваться. Значит, решение t_2 соответствует неустойчивому равновесию и поэтому не является практически возможным.

Прямая «средней» теплоотдачи здесь определена как касательная к кривой тепловыделения и соответствует «вырожденному» случаю $D = 1$, при котором существует лишь одно решение уравнения (5), а именно

$$t^* = \frac{1}{2\alpha}. \quad (9)$$

Понятно, что температура любого

устойчивого равновесия ниже t^* . Если резистор сделан из углерода ($\alpha = -0,0005 \text{ 1/}^\circ\text{C}$), то $t^* = 1000 \text{ }^\circ\text{C}$. Конечно, при столь высокой температуре эффект излучения намного превышает конвекционную теплоотдачу, поэтому реальные температуры устойчивого равновесия могут быть выше в полтора-два раза. Однако даже $2000 \text{ }^\circ\text{C}$ еще не вполне достаточно, чтобы имитировать дневной свет, ведь температура поверхности Солнца гораздо выше ($6000 \text{ }^\circ\text{C}$). Температура вольфрамовой нити накала современной лампочки равна примерно $2700 \text{ }^\circ\text{C}$, но даже ее свет — желтое дневного. Что же касается чисто углеродных или покрытых углеродом нитей накала, то (в силу проведенного выше анализа) они светят хуже и к тому же легче перегорают (из-за наличия области неустойчивого равновесия).

Теперь пора вернуться к Эдисону и Тесла.

Пытаясь изобрести электрический свет, Эдисон перепробовал нити накала из многих материалов, но тепло, создаваемое электрическим током, превращало большинство этих нитей в золу. Только нити накала из платины оказались более устойчивыми, но... дорого стоили. В конце концов были выбраны нити на основе аморфного углерода, полученные путем специальной термической обработки палочек из бамбука. Такие лампочки появились в 1879 году, были не очень надежными и давали желтоватый свет. Лишь в 1910 году, с изобретением вольфрама, эти недостатки были в основном преодолены.

Простая физико-математическая модель, рассмотренная выше, немало помогла бы Эдисону в подборе материала для нити накала. Но, к сожалению,

«Великий Маг» (как часто и во многом справедливо называют Эдисона) честно признавал себя «нулем» в математике и теоретических дисциплинах. Вместо предварительных теоретических оценок он применял свой знаменитый «метод проб и ошибок», отнимающий много времени и денег. «Лучший способ что-то изобрести, — говорил он, — это перепробовать все, что только взбредет в голову.» Дипломированный электрический инженер Никола Тесла рассказывал как-то, что он неоднократно был «скорбным свидетелем» этой длительной эдисоновской процедуры, зная наверняка, что лишь немного теории и расчета избавило бы Эдисона от 90% трудоемкой работы.

Вскоре споры между двумя гениями развились до разногласий, и Тесла был уволен из лаборатории Эдисона. Прошло время. Однажды Эдисон и Тесла были выбраны кандидатами на то, чтобы разделить Нобелевскую премию по физике. Однако Тесла, по слухам, отверг это предложение по той причине, что он не считает Эдисона ни физиком, ни вообще ученым. В результате оба не получили Нобелевской премии...

Представьте теперь себя современником Эдисона. Похвалил бы он вас за теоретические оценки? Не спешите с ответом. Оказывается, даже упрямые люди меняют свои взгляды со временем (хотя бы частично). Однажды во время первой мировой войны, когда Эдисон работал в исследовательском секторе военного флота, он лично обратился к руководству с просьбой: «...нам здесь нужен математик на случай, если мы захотим что-то вычислить», и соответствующий специалист был принят на работу. Таким образом, на склоне лет Эдисон почти признал, что и теория нужна, а от признания до похвалы — один шаг.

А вы как считаете?

