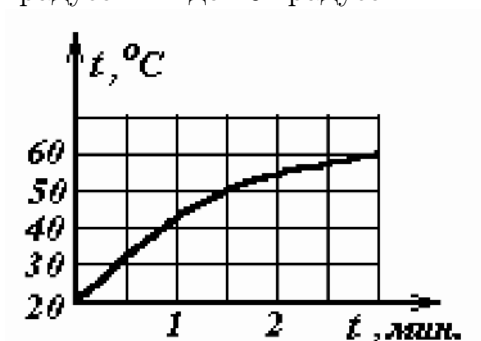


Условие

9-3. В стакан с водой опустили кипятильник, и вода начала понемногу нагреваться. График зависимости температуры воды от времени приведен на рисунке. По истечении 3,0 минут кипятильник выключают, и вода начинает остывать. Через какое время она остынет до 50 градусов? А до 40 градусов?



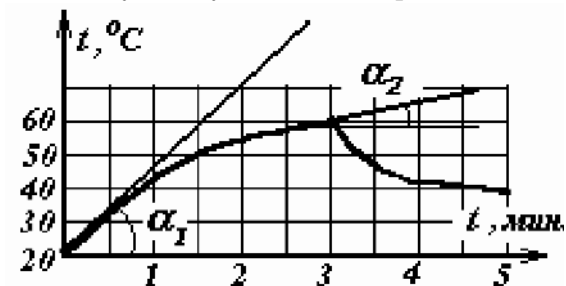
Решение

9-3. Прежде всего отметим, что начальный участок графика – почти прямолинейный, а это означает, что потери тепла тут малы. Это дает нам возможность оценить из графика мощность потерь тепла (т.е. количество отводимой по всей поверхности системы теплоты в единицу времени). Для этого сравним наклоны касательных в разных точках графика.

Например, при 60°C тангенс угла наклона касательной уменьшается почти в 8 раз (т.е. $7/8$ от поступающей энергии уходит наружу):

$$\operatorname{tg} \alpha_2 \approx \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{8}.$$

Проводя аналогичные измерения при $t = 50^\circ\text{C}$, найдем, что потери составляют примерно половину поступающей энергии.



Примерный график, построенный малыми участками прямых по вышеприведенным оценкам, представлен на рисунке. Из него находим, что время остывания до 50°C – около $1/3$ минуты, до 40°C – чуть больше минуты. При дальнейшем нагревании воды график, приведенный в условии задачи мог выйти на горизонтальный участок либо без кипения (мощность потерь сравнялась с малой мощностью нагревателя), либо с кипением (мощность потерь при температуре кипения меньше мощности нагревателя).