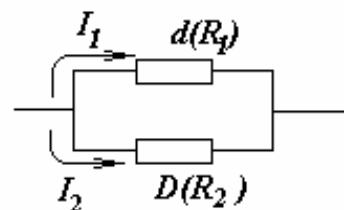


вычисляли. (Верхняя оценка для  $T = mg$ , когда сани станут «невесомыми» для льда; в этом случае нить практически вертикальна.)

**9-2.** Для правильного решения задачи необходимо учитывать распределение токов между проволочками – в какой именно из них раньше будет достигнуто предельное значение тока.



$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{d^2}{D^2}. \quad (1)$$

Из (1) следует, что при токе через  $R_2$  равном  $5A$  (предельном), ток через  $R_1$  равен  $1,25 A$ . Поэтому в первом варианте сборки предохранителя первой расплавится толстая проволочка ( $D = 0,6$  мм). В этот момент ток в цепи будет  $I = 5A + 1,25A = 6,25A$  – иными словами, после разрыва контакта в цепи  $R_2$  весь этот ток немедленно «сожжет» и тонкую проволочку, т.е. предохранитель выполнит свою функцию и полностью разомкнет цепь.

Во втором случае (соотношение (1) остается в силе) опять же первой расплавится толстая проволочка ( $R_2$ ) при токе  $5A$ . При этом полный ток в цепи:

$$I = I_2 + 1,25 \cdot 20 = 30 A.$$

После равномерного распределения по тонким проволочкам:

$$I'_1 = \frac{30}{20} A = 1,5 A. \quad (2)$$

Как видим из (2) при таком токе тонкие проволочки еще уцелеют. Перегорят они при большом токе, а именно:

$$I''_1 = 1,8 A \cdot 20 = 36 A.$$

Таким образом, данные составные предохранители рассчитаны на токи  $6,25 A$  и  $36 A$  и работают по принципу: где «толсто», там и перегорает.

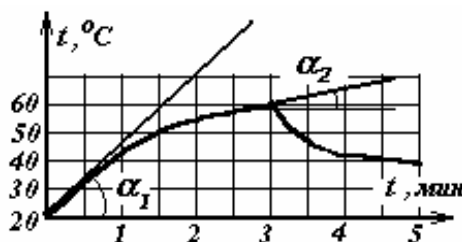
**9-3.** Прежде всего отметим, что начальный участок графика – почти прямолинейный, а это означает, что потери тепла тут малы. Это дает нам возможность оценить из графика мощность потерь тепла (т.е. количество отводимой по всей поверхности системы теплоты в единицу времени). Для этого сравним наклоны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

Например, при  $60^\circ\text{C}$  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  $50^\circ\text{C}$  – около  $1/3$  минуты, до  $40^\circ\text{C}$  – чуть больше минуты.

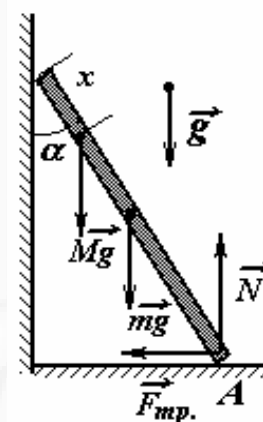


При дальнейшем нагревании воды график, приведенный в условии задачи мог выйти на горизонтальный участок либо без кипения (мощность потерь сравнялась с малой мощностью нагревателя), либо с кипением (мощность потерь при температуре кипения меньше мощности нагревателя).

**9-4.** Пусть человек находится на расстоянии  $x$  от верхнего края лестницы. Тогда условия равновесия лестницы имеет вид

$$mg \frac{l}{2} \sin \alpha + Mgx \sin \alpha - Nl \sin \alpha + F_{\text{тр}} l \cos \alpha = 0. \quad (1)$$

$$Mg + mg - N = 0, \quad (2)$$



где (1) – суммарный момент сил, действующих на лестницу относительно точки  $A$ , (2) – сумма проекций сил на вертикальную ось. Сила трения покоя не превышает силы трения скольжения, поэтому

$$F_{\text{тр.}} < \mu N \quad (3)$$

Выражая из (1), (2) величины  $N$  и  $F_{\text{тр.}}$ , подставляя их в (3), получим необходимое условие равновесия:

$$\mu \geq \frac{M + \frac{m}{2} - M \frac{x}{2}}{M + m} \operatorname{tg} \alpha.$$