

Условие

11-4. Однослойная катушка радиусом R намотана медным проводом диаметром d вплотную. При какой силе тока через катушку обмотка разорвется? Предел прочности меди на разрыв σ .

Решение

11-4. Индукция магнитного поля внутри катушки

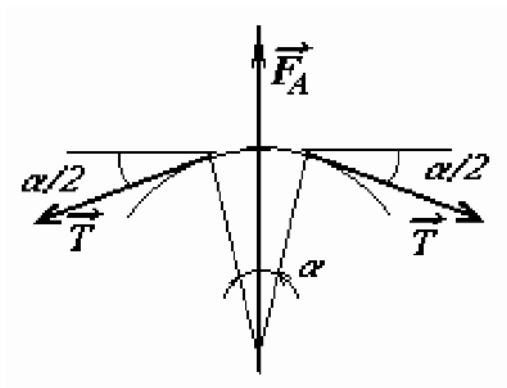
$$B = \mu_0 n I = \frac{\mu_0 I}{d}. \quad (1)$$

Чтобы исключить “самовоздействие”, при вычислении силы, действующей на участок проволоки, необходимо уменьшить величину индукции в два раза

$$B' = \frac{1}{2} \frac{\mu_0 I}{d}. \quad (2)$$

Мысленно выделим кусочек витка проволоки, видимый из центра под малым углом α . Сила Ампера, действующая на его

$$F_A = I B' \Delta l = \frac{1}{2} \frac{\mu_0 I^2}{d} R \alpha, \quad (3)$$



уравновешивается силами упругости

$$T = \sigma \frac{\pi d^2}{4},$$

(σ — механическое напряжение внутри провода) направленными под небольшими углами $\frac{\alpha}{2}$ к направлению силы Ампера

$$\frac{1}{2} \frac{\mu_0 I^2}{d} R \alpha = 2 \sigma \frac{\pi d^2}{4} \frac{\alpha}{2}. \quad (4)$$

Полагая σ равным предельному механическому напряжению, из (4) находим

$$I = \sqrt{\frac{\sigma \pi d^3}{2 \mu_0 R}}.$$