

Расчёт витых пружин

Витая пружина представляет собой упругий стержень, ^{кружка} завитый ^{проволока} для компактности детали.

В зависимости от вида воспринимаемых рабочих нагрузок, витые пружины подразделяют на

- пружины растяжения (VI.5.а);
- пружины сжатия (VI.5.б);
- пружины кручения (VI.5.в).

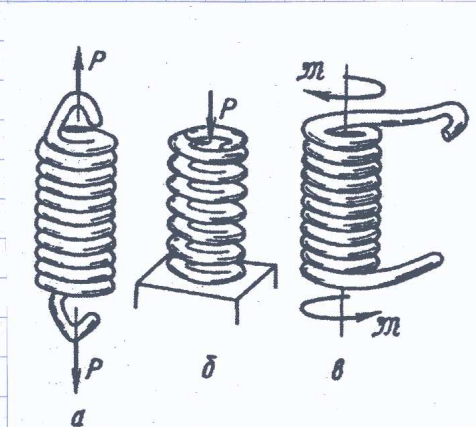


Рис. VI.5

На расчётных схемах пружине подробно (рис. VI.6.а) не изображают, ограничиваясь её упругой осью (рис. VI.6.б).

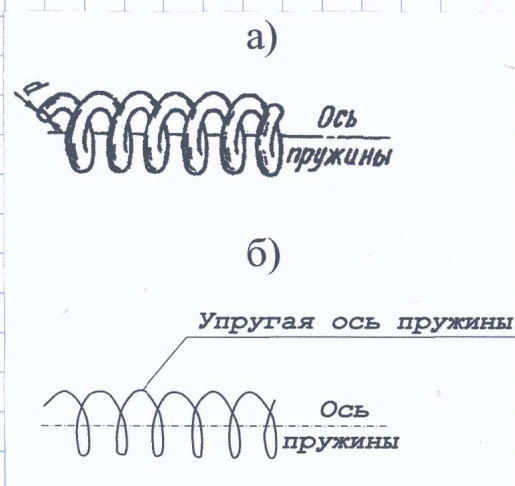
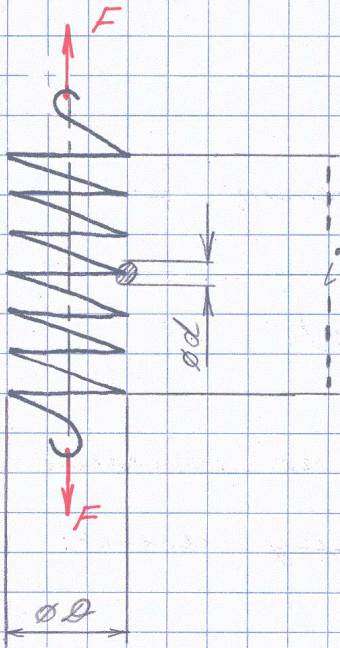


Рис. VI.6.

В расчетах пружин на прочность и жесткость используют следующие их характеристики (рис. VI. 7):



d - диаметр проволоки;

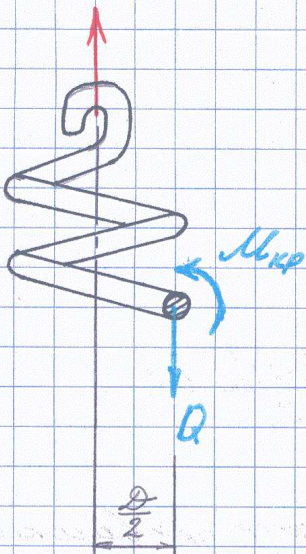
D - средний диаметр витка;

i - число витков.

Рис. VI. 7.

Рассмотрим пружинные растяжения/сжатия.

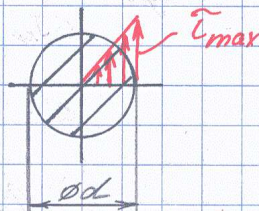
При ^{наг}нагрузке в поперечных сечениях проволоки, из которой они навиты, возникают два внутренних силовых фактора: перерезывающая сила Q и крутящий момент $M_{кр}$ (рис. VI. 8).



$Q = F$ - в расчетах на прочность и жесткость действием Q можно пренебречь по сравнению с действием $M_{кр}$.

$$M_{кр} = F \frac{D}{2}$$

Максимальные касательные напряжения в поперечных сечениях круглой проволоки:



$$\tau_{max} = \frac{M_{кр}}{W_t} = \frac{F \frac{D}{2}}{\frac{\pi d^3}{16}} = \frac{8FD}{\pi d^3}$$

Рис. VI. 8

135 На практике пользуются полуэмпирической формулой:

$$\tau_{\max} = \frac{8 F D}{\pi d^3} \cdot K_T \quad (\text{VI.10})$$

где

$$K_T = \frac{4 \cdot c + 2}{4 \cdot c - 3} - \text{эмпирический коэффициент};$$

$$c = \frac{D}{d} - \text{индекс пружины (4 < c < 10)}.$$

Это - то, что касается прочности пружины.

Условие гарантированного неразрушения:

$$\tau_{\max} \leq [\tau] \quad (\text{VI.11})$$

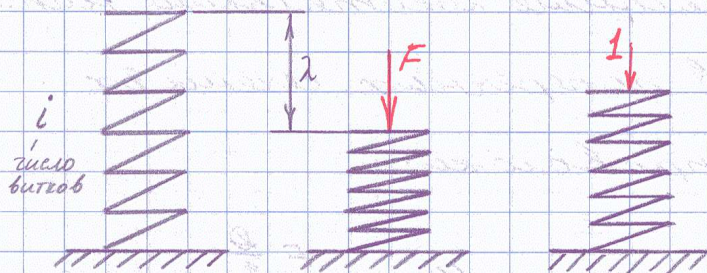
где

$$[\tau] = \frac{\tau_{\text{пр}}}{[\eta]} - \text{допустимое напряжение};$$

$\tau_{\text{пр}} = \tau_T$ - критерием разрушения пружины является начало текучести в материале - упругая пружина не имеет смысла.

Расчёт пружины

на жёсткость:



$$\lambda = \int_0^l \frac{M_{\text{пр}}^F \cdot M_{\text{пр}}^1}{G J_x} dS - \text{интеграл Мора}.$$

где

$G J_x$ - жёсткость проволоки на кручение;

l - общая длина проволоки;

S - дуговая координата по длине

$M_{кр}^F = F \frac{D}{2}$ - по длине провалаки момент постоянен;

$$M_{кр}^1 = 1 \cdot \frac{D}{2}$$

$$J_K = \frac{\pi \cdot d^4}{32}$$

$$l = i \cdot \pi \cdot D$$

$$\lambda = \int_0^{i\pi D} \frac{F \frac{D}{2} \cdot \frac{D}{2}}{G \frac{\pi d^4}{32}} dS = \frac{F \cdot D^2 \cdot 8}{G \cdot \pi \cdot d^4} \int_0^{i\pi D} dS = \frac{8 \cdot F \cdot D^2}{G \cdot \pi \cdot d^4} \cdot i\pi D = \frac{8 \cdot F \cdot D^3 \cdot i}{G \cdot d^4}$$

$$\lambda = \frac{8 \cdot F \cdot D^3 \cdot i}{G \cdot d^4}$$

(VI.12)