

## 4. РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Целью расчета является расчет усилий обеспечивающих срабатывания аппарата, расчет пружин и построение механической характеристики на основании полученных расчетов.

### Порядок расчета:

1. Суммарный ход якоря  $\delta = x_{\Sigma} = x_p + x_{\Pi}$ .
2. Сила давления на упор  $F_y = f_y \cdot I_H$ , где  $f_y$  – удельное давление на 1 А, для контактора каждого типа контактора свое значение.
3. Усилия контактов с учетом вида и числа контактов

$$\Sigma F_{KH} = n \cdot N \cdot F_{KH},$$

$$\Sigma F_{KK} = n \cdot N \cdot F_{KK},$$

### 4. Расчет пружин

4.1. Выбор материала и типа пружин.

#### 4.2. Расчет возвратной пружины

4.2.1. Материал для пружины и его свойства.

4.2.2. Начальная сила возвратной пружины в отпущенном состоянии

$$F'_{BH} = F_y.$$

4.2.3. Конечная сила возвратной пружины

$$F'_{BK} = (1,15 \div 1,5) \cdot F_{BH}.$$

4.2.4. Выбор количества пружин. В случае использование двух возвратных пружин (для Ш-образного электромагнита) расчет ведется на одну пружину. Для этого начальную и конечные силы пружины уменьшают в два раза

$$F_{BH} = F'_{BH} / 2, \quad F_{BK} = F'_{BK} / 2.$$

4.2.5. Предварительное значение жесткости пружины  $j$  по [2, стр. 479, формула 22-29].

4.2.6. Максимальная сила пружины при полном сжатии

$$F_m = \frac{F_{BK}}{1-\alpha},$$

где  $\alpha$  – относительный инерционный зазор, для пружин  $\alpha=(0,05 \div 0,20)$ .

4.2.7. Максимальная деформация возвратной пружины

$$f_M = \frac{F_M}{j}.$$

4.2.8. Средний диаметр возвратной пружины по условию продольной устойчивости

$$D = \frac{f_M}{2 \div 4}.$$

4.2.9. Диаметр проволоки по [2, стр. 479, формула 22-24], принимается из стандартного ряда значений  $d$ .

4.2.10. Индекс пружины [2, стр. 478].

4.2.11. Число витков согласно [2, стр. 479, формула 22-25].

4.2.12. Контрольный расчет. Величина напряжения кручения при действии силы, принятых размерах и числе витков по [2, стр. 478, формула 22-21] и сравнивается с допустимым. При условии, что полученное значение является больше допустимого необходимо искусственное увеличение геометрических размеров пружины или изменение ее материала.

4.2.13. Параметры пружины: жесткость возвратной пружины [2, стр. 479, формула 22-29];

минимальная длина пружины

$$l_{B(\min)} = d(n+1,5);$$

свободная длина

$$l_{B(0)} = l_{B(\min)} + \frac{F_M}{j};$$

шаг навивки

$$t = \frac{l_{B(0)} - l_{B(\min)}}{n} + \alpha;$$

длина при отпущенном якоре

$$l_{B.OT.} = l_{B(0)} - \frac{F_{B.H.}}{j};$$

длина пружины при притяннутом якорь равна

$$l_{B.ПР.} = l_{B.OT.} - \Delta l_B,$$

где  $\Delta l_B$  - рабочая деформация пружины, равна суммарному ходу якоря  $x_{\Sigma}$ .

4.2.14. Уточнение силы при притяннутом якорь

$$F_{BK} = (l_{B(0)} - l_{B.ПР.}) \cdot j .$$

4.2.15. Расчет усилий с учетом использования 2х возвратных пружин

$$F_{B.H.} = 2F_{B.H.} ,$$

$$F_{B.K.} = 2F_{B.K.} .$$

### 4.3. Расчет контактной пружины

4.3.1. Выбор материала контактной пружины и ее свойств.

4.3.2. Рабочая деформация контактной пружины.  $\Delta l = x_{\Pi}$ .

4.3.3. Расчет усилий контактной пружины с учетом выбора формы контактов принимаем (для мостиковых контактов)

$$F_{KH} = 2 \cdot F_{KH} , F_{KK} = 2 \cdot F_K .$$

4.3.4. Предварительное значение жесткости пружины

$$j = \frac{F_{KK} - F_{KH}}{x_{\Pi}} .$$

4.3.5. Максимальная сила пружины при полном сжатии

$$F_M = \frac{F_{KK}}{1 - \alpha} ,$$

где  $\alpha$  – относительный инерционный зазор, для пружин  $\alpha=(0,05 \div 0,20)$ .

4.3.6. Максимальная деформация контактной пружины

$$f_M = \frac{F_M}{j} .$$

4.3.7. Средний диаметр пружины

$$D = \frac{f_M}{2 \div 4} .$$

4.3.8. Диаметр провода пружины

$$d = 2\sqrt[3]{\frac{F_M \cdot D}{\pi \cdot \sigma_{д.кр.}}}, \text{ округляется по стандартному ряду значений.}$$

4.3.9. Индекс пружины [2, стр. 478].

4.3.10. Число витков согласно [2, стр. 479, формула 22-25].

4.3.11. Контрольный расчет. Величина напряжения кручения при действии силы по [2, стр. 478, формула 22-21] и сравнение с допустимым.

4.3.12. Параметры пружины:

жесткость контактной пружины [2, стр. 479, формула 22-29];

минимальная длина пружины

$$l_{K(\min)} = d(n + 1,5);$$

свободная длина

$$l_{K(0)} = l_{K(\min)} + \frac{F_M}{j};$$

шаг навивки

$$t = \frac{l_{K(0)} - l_{K(\min)}}{n} + a;$$

длина при отпущенном якоре

$$l_{K.от.} = l_{K(0)} - \frac{F_{К.Н.}}{j};$$

длина пружины при притянutom якоре

$$l_{К.пр.} = l_{К.от.} - \Delta l_K;$$

где  $\Delta l_K$  - рабочая деформация пружины, равна привалу контактов  $x_{П.}$

4.3.13. Сила при притянutom якоре

$$F_{КК} = (l_{K(0)} - l_{К.пр.}) \cdot j .$$

4.3.14. Суммарные усилия, создаваемые контактными пружинами в цепи главных контактов

$$F_{К.Н.} = 3F_{К.Н.},$$

$$F_{КК.} = 3F_{К.К.} .$$

**5. Построение механической характеристики.**

6. Расчет критической точки:  $F_{1..m} \cdot \delta^2$ .

7. Приведение критической точки на начальный зазор

$$F_{кр} = F_n \cdot \frac{\delta_{III}}{\delta_H}.$$

8. Выводы.