

ПРОТОКОЛ №1

ПРОЕКТИРАНЕ НА КОНТАКТНАТА СИСТЕМА НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНО РЕЛЕ

I. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РАЗМЕРИТЕ НА МАГНИТОПРОВОДА

Магнитопроводът е основна част от електромагнитната система. От правилното му оразмеряване зависи понататъшното проектиране на контактната система.

Размерите на магнитопроводът се определят в зависимост от изискването за еднакво сечение в магнитната верига.

$$S_{\text{магн.}} \geq S_{\text{сърц.}}$$

$$S_{\text{сърц.}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

където d е диаметърът на сърцевината.

$$S_{\text{магн.}} = b_m \cdot h_m,$$

където b_m е широчината на магнитопровода, а h_m - дебелината на магнитопровода.

Широчината на магнитопровода се избира конструктивно като се съобразява следната зависимост:

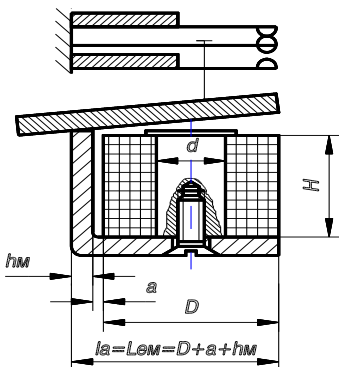
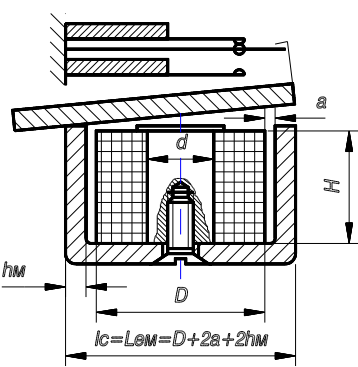
$$b_m = (1 \dots 1,2) \cdot D,$$

където D е диаметърът на бобината,

откъдето $b_m \cdot h_m \geq \frac{\pi \cdot d^2}{4}.$

Следователно $h_m = \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot b_m}$ и се закръгля до по-голяма стандартна стойност.

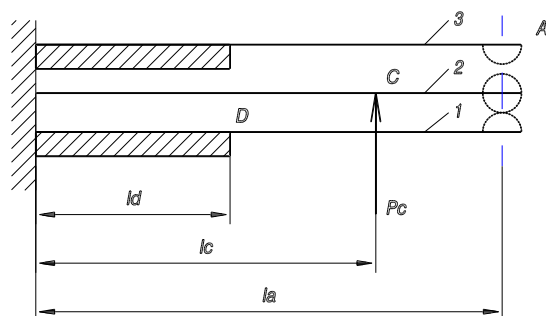
II. ОПРЕДЕЛЯНЕ РАЗМЕРИТЕ НА КОНТАКТНАТА СИСТЕМА

I схема	II схема
	
d, D и H - по задание; $a = (2 \dots 5) \text{ mm}$ $S_{\text{магн}} \geq S_{\text{сърц}} ; b_m \cdot h_m \geq \frac{\pi d^2}{4} ; b_m = (1 \dots 1.2) D$	

определя се h_m и се закръгля до по-голяма стандартна стойност.	
$l_a = (0.7 \dots 0.8)l_c$	$l_c = (0.7 \dots 0.8)l_a$
$l_d = (0.4 \dots 0.5)l_c$	$l_d = (0.4 \dots 0.5)l_a$

Използвани означения:

В схема I се разглежда превключваща контактна система със сила приложена между мястото на запъване на контактните пластинки и контактните пъпки:



където l_a е разстоянието от мястото на закрепване на пластината до мястото на осъществяване на контакта,

$$l_a = L_{em} = D + 2a + 2h_m$$

където D е диаметърът на намотката, mm;

$a = (2 \dots 5) \text{ mm}$;

h_m - дебелината на магнитопровода, mm.

l_c - разстоянието от мястото на закрепване до мястото на прилагане на превключващата сила

$$l_c = (0.7 \dots 0.8) l_a$$

l_d - разстоянието от мястото на закрепване до края на опорната подложка,

$$l_d = (0.4 \dots 0.5) l_a$$

При проектирането на контактната система се приема, че пластините са с едно и също сечение и затова инерционните моменти са равни т.е.

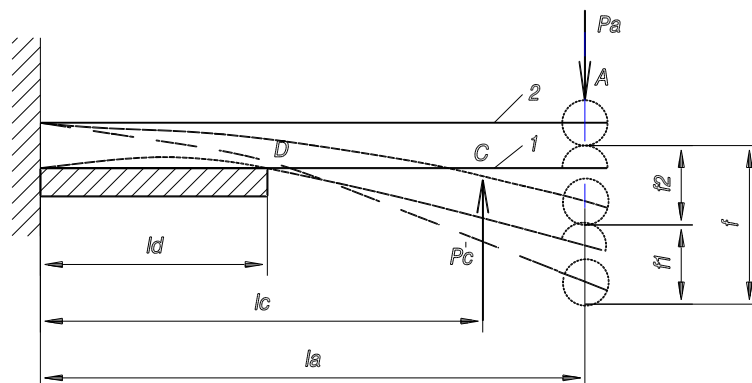
$$J_1 = J_2 = J_3 = J$$

III. ИЗБОР НА МАТЕРИАЛ.

Основното изискване към материалите, от които се изработват контактните пластини е да поемат по-големи деформации при неголеми контактни налягания, т.е. да са с по-малък модул на елстичност. Това условие изпълняват цветните метали - бронз, месинг и др. Тези материали имат по-малко относително електрическо съпротивление и са по-устойчиви на корозия.

ИЗБОР НА МАТЕРИАЛ		
Материал	$E, \times 10^5 \text{ MPa}$	$\sigma_B, \text{ MPa}$
Месинг	1,15	<700
Фосфорен бронз БрОФ6,6-0,15	0,95	570
Берилиев бронз БрБ2-ТО	1,15	650
E - модул на линейна деформация, σ_B - якост на опън		

I етап - отваряне на нормално затворения контакт

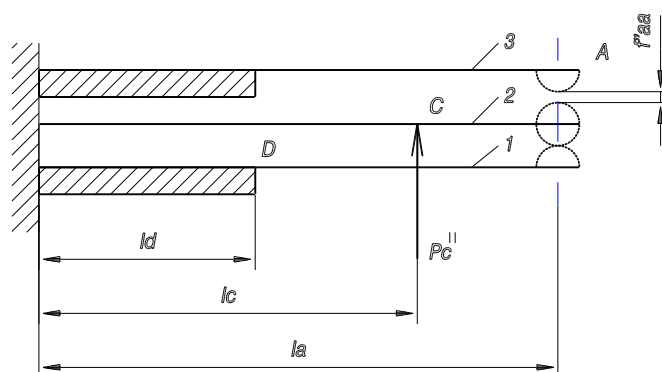


$$P'_c = \frac{2.P_a.I_a^3}{I_c^2.(3.I_a - I_c)} \left[2 - \frac{I_d}{4.I_a^3} (3.I_a - I_d)^2 \right] = \text{const} = k_1$$

$$P_a = P_K$$

$$f'_c = \left[\frac{P'_c \cdot I_c^3}{3 \cdot E} - \frac{P_a \cdot I_c^2}{6 \cdot E} (3 \cdot I_a - I_c) \right] \cdot \frac{1}{J} = k_2 \cdot \frac{1}{J}$$

II етап - самостоятелно огъване на средната контактна пластина 2

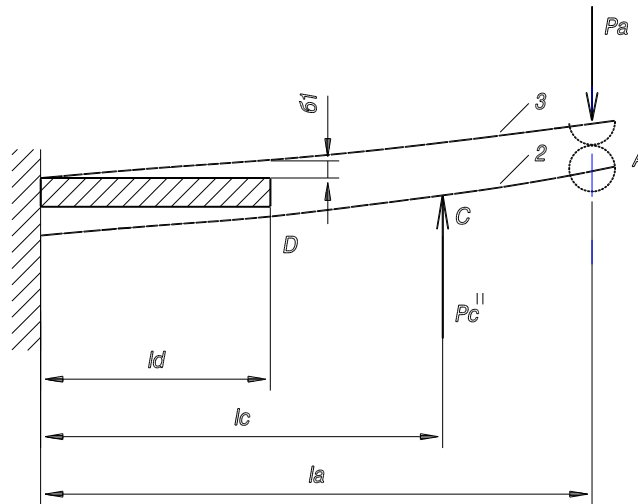


$$f''_{ac} = (0,6 \dots 1,2) \text{ mm}$$

$$f_c'' = \frac{2 \cdot I_c}{3 \cdot I_a - I_c} \cdot f_{ac}'' = k_3$$

$$P_c'' = \frac{3 \cdot E \cdot f_c''}{l_c^3} \cdot J = k_4 \cdot J$$

III етап - съвместно огъване на контактните пластини 2 и 3



$$P_c''' = \frac{4 \cdot P_a \cdot l_a^3}{l_c^2 \cdot (3 \cdot l_a - l_c)} = k_5$$

$$f_c''' = \left[\frac{P_c''' \cdot l_c^3}{3 \cdot E} - \frac{P_a \cdot l_c^2}{6 \cdot E} \cdot (3 \cdot l_a - l_c) \right] \cdot \frac{1}{J} = k_6 \cdot \frac{1}{J}$$

Обобщение за трите етапа на работа:

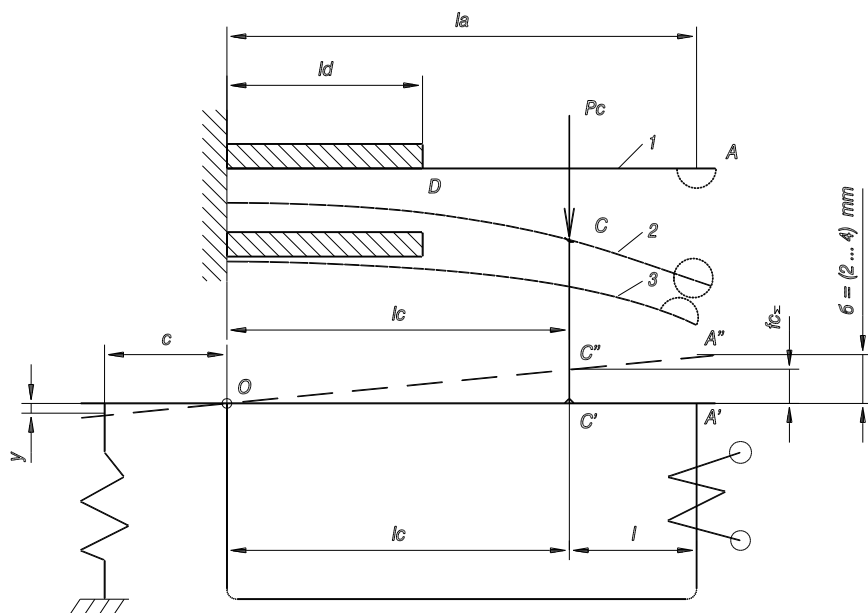
$$\begin{aligned} P_c' &= k_1 & f_c' &= k_2 \cdot \frac{1}{J} \\ P_c'' &= k_4 \cdot J & f_c'' &= k_3 \\ P_c''' &= k_5 & f_c''' &= k_6 \cdot \frac{1}{J} \end{aligned}$$

$$P_{c\Sigma} = P_c' + P_c'' + P_c''' = k_1 + k_4 + k_5 \cdot J$$

$$f_{c\Sigma} = f_c' + f_c'' + f_c''' = \frac{k_2}{J} + k_3 + \frac{k_6}{J}$$

От така направеното обобщение за трите етапа на работа се вижда, че неизвестен остава инерционният момент на сечението.

Тъй като контактната система се използва в електромагнитно реле, то се приема, че се съчетават размерите на контактната система с тези на електромагнита: $l_a = L_{\text{ем}}$.



От подобие на триъгълниците $OC'C''$ и $OA'A''$ се намира:

$$f_{c\Sigma} = \frac{\delta \cdot l_c}{L_{em}} = k_7$$

$$l_a = L_{em}$$

$$f_{c\Sigma} = f'_c + f''_c + f'''_c = \frac{k_2}{J} + k_3 + \frac{k_6}{J} = k_7$$

$$J = \frac{k_2 + k_6}{k_7 - k_3}$$

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

където b е широчината на пластината;

h - дебелината на пластината.

За да се определят размерите на сечението на пластината b и h , се приема $b = (10 \dots 12)h$, ако $b = 12h$ то $h = \sqrt[4]{J}$, като h се закръгля до най-близката стандартна стойност $h_{ct} = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0 \text{ mm}$;

тогава $b = \frac{12J}{h_{ct}^3}$

Деформацията на възвратната винтова цилиндрична пружина е

$$F = \delta \frac{c}{l_a}$$

$$c = (10 \dots 20) \text{ mm}$$