

Муфта складається з двох напівмуфт – 3 і 8. На напівмуфті 3 і корпусі 6 закріплені осі 4 з важелями 10. Косі вирізи важелів впираються в призми 9. Стопор, який складається з зовнішнього 7 і внутрішнього 2 станів і пружини 1, утримує важіль на призмі. Обидва стакани мають конічні упорні частини, закріплені у відповідних виїмках напівмуфти 3 і в корпусі 6.

При досягненні моментом критичного значення стакани стопорів виходять з конічних западин і важіль відкидається від осі обертання, виходячи з зачеплення з призмами. Муфта при цьому розмикається. Після зупинки стопори вручну знову вводяться в зачеплення з призмами через вікна в муфті.

6.5. Розрахунок запобіжних муфт

Приклад розрахунку кулачкової муфти. Вихідні данні: номінальний момент $T_{ном} = 72 \text{ Н}\cdot\text{м}$; діаметр вала $d = 30 \text{ мм}$; коефіцієнт запасу $\beta=1,45$. Приймаючи, що муфта спрацює при навантаженнях, що досягли критичного значення, маємо:

$$T_{кр} = \beta \cdot T_{ном} = 1,45 \cdot 72 = 104,4 \approx 105 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Виходячи з конструктивних міркувань, обираємо наступні параметри: діаметр кола, що проходить через середину кулачків, $d_c = 2d = 60 \text{ мм}$; ширина кулачків $b = 10 \text{ мм}$; число кулачків $z_k = 5$; кут $\alpha = 45^\circ$, кут тертя $\rho = 2^\circ$, коефіцієнт тертя $f = 0,05$.

Визначаємо колову силу при передачі $T_{ном}$

$$F_t = \frac{2T_{ном}}{d_c} = \frac{2 \cdot 72}{60 \cdot 10^{-3}} = 2,4 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

Колову силу при передачі $T_{кр}$ визначаємо за формулою:

$$F_{кр} = \frac{2T_{кр}}{d_c} = \frac{2 \cdot 105}{60 \cdot 10^{-3}} = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

Сила, що діє на пружину під час спрацювання,

$$F_2 = F_{кр} \left[\operatorname{tg}(\alpha - \rho) - f \frac{d_c}{d} \right] = 3,5 \cdot 10^3 \left[\operatorname{tg}(45^\circ - 2^\circ) - 0,05 \frac{60}{30} \right] = 2,9 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

Для повернення до вихідного стану після спрацювання в пружині реалізується сила F_3 :

$$F_3 = F_{ном} \left[\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + f \frac{d_c}{d} \right] = 2,4 \cdot 10^3 \left[\operatorname{tg}(45^\circ + 2^\circ) + 0,05 \frac{60}{30} \right] = 2,8 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

Як видно з розрахунків, запропонована муфта забезпечує необхідні умови:

$$F_2 > F_1; \quad F_2 > F_3$$

Розрахунок пружини ведемо за викладеною методикою, попередньо прийнявши: індекс пружини $c = 6$; $\kappa = \frac{4c+2}{4c-3} = 1,24$; число робочих витків $z = 6$, матеріал дроту – сталь вуглецева, $\sigma_s = 1450 \text{ МПа}$; $[\tau] = 0,4$; $\sigma_s = 580 \text{ МПа}$.

Визначаємо діаметр дроту:

$$d_{\text{дрот}} \geq \sqrt{\frac{8F_2 \kappa c}{\pi[\tau]}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 2,9 \cdot 10^3 \cdot 1,24 \cdot 6}{3,14 \cdot 580 \cdot 10^6}} = 10 \text{ мм.}$$

Прийнявши $\frac{d_0}{d_{\text{дрот}}} = c$, попередня деформація пружини дорівнює:

$$\lambda = \frac{8F_1 d_0^3 z}{Gd_{\text{др}}^4} = \frac{8F_1 c^3 z}{Gd_{\text{др}}^4} = \frac{8 \cdot 2,4 \cdot 10^3 \cdot 6^3 \cdot 6}{8 \cdot 10^4 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-3}} = 31 \text{ мм.}$$

Висота кулачка муфти визначається рівнянням $h = \lambda_2 - \lambda_1$. Осадка пружини в момент спрацювання дорівнює:

$$\lambda_2 = \frac{8F_2 c^3 z}{Gd_{lh}} = \frac{8 \cdot 2,9 \cdot 10^3 \cdot 6^3 \cdot 6}{8 \cdot 10^4 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-3}} = 37 \text{ мм.}$$

Отже, $h = 37 - 31 = 6 \text{ мм}$.

Розраховані кулачки перевіряємо на зминання і витривалість, задавшись наступними характеристиками: матеріал кулачків – сталь 40Х, загартована до HRC 60; $[\sigma]_{\text{зм}} = 30 \text{ МПа}$; $[\sigma]_H = 25 \text{ HRC} = 1500 \text{ МПа}$; радіус заокруглення кулачків $r = 2 \text{ мм}$.

Сила нормального тиску на кулачки:

$$F_n = \frac{F_{\text{кр}}}{\cos \alpha} = \frac{3,5 \cdot 10^3}{\cos 45^\circ} = 4,95 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

$$\sigma_{\text{зм}} = \frac{F_n}{v(h-r)z_{\text{к}}} = \frac{4,95 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^{-3} (6-2) \cdot 10^{-3} \cdot 5} = 25 \text{ МПа.}$$

Контактні напруження дорівнюють:

$$\sigma_H = 0,418 \sqrt{\frac{F_n \cdot E}{v \cdot \rho \cdot z_{\text{к}}}} = 0,418 \sqrt{\frac{4,95 \cdot 10^3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6}{10 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 5}} = 1350 \text{ МПа.}$$

Таким чином, умови міцності виконані:

$$\sigma_{\text{зм}} < [\sigma]_{\text{зм}}; \sigma_H < [\sigma]_H.$$

Приклад розрахунку фрикційної дискової муфти. Розрахувати фрикційну дискову муфту для передачі номінального моменту $T_{\text{ном}} = 27 \text{ Н·м}$, при частоті обертання $n = 1500 \text{ об/хв}$, робота муфти без змащення.

Виходячи з рекомендацій, викладених в Додатку 58, приймаємо діаметр вала $d_s = 18 \text{ мм}$. В умові задачі не обговорені особливості експлуатації, отже $\beta_H = 1,25$. Тоді:

$$T_{\text{кр}} = \beta \cdot T_{\text{ном}} = 1,25 \cdot 27 = 33,75 \text{ Н·м}$$

Зовнішній і внутрішній діаметри будуть дорівнювати:

$$d_H = (3 \div 4)d_6 = 4 \cdot 18 = 72 \text{ мм};$$

$$d_6 = (0,5 \div 0,6)d_H = 0,5 \cdot 72 = 36 \text{ мм}.$$

Зведений радіус кільця тертя:

$$r_{ze} = \frac{d_H^3 - d_6^3}{3(d_H^2 - d_6^2)} = \frac{72^3 - 36^3}{3(72^2 - 36^2)} = 28 \text{ мм}.$$

При розрахунках критичної осьової сили знайдемо її найбільше значення:

$$F_{акр} = \frac{[p]\pi(d_H^2 - d_6^2)}{4} = \frac{0,25 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \left[(72 \cdot 10^{-3})^2 - (36 \cdot 10^{-3})^2 \right]}{4} = 763 \text{ Н}.$$

При виборі величини $[p]$ задались тим, що муфта працює без змащення, а тертя сталі відбувається по азбестовій обкладинці. Необхідне число пар тертя знайдемо з формули:

$$z \geq \frac{T_{кр}}{f \cdot F_{акр} \cdot r_{np}} = \frac{33,75}{0,3 \cdot 763 \cdot 28 \cdot 10^{-3}} = 5,26.$$

Заокругливши знайдене значення в бік збільшення, маємо $z = 6$.
Число ведучих дисків:

$$z_1 = 0,5; \quad z = 3$$

Число ведених дисків:

$$z_2 = z_1 + 1 = 4$$

Приклад розрахунку муфти зі зрізним штифтом. Розрахувати запобіжну муфту зі зрізним штифтом для передачі номінального моменту $T_{ном} = 18 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Виходячи з конструктивних міркувань, приймаємо радіус, на якому розташовані осі штифтів, $R = 45 \text{ мм}$. З міркувань кращого балансування рухомих частин беремо число штифтів $z = 2$.

Матеріал штифта – сталь 45 з загартуванням, $\tau_6 = 980 \text{ МПа}$.

Увага! При подальших розрахунках використовується τ_6 , а не звичайне $[\tau]_{зр}$.

Для звичайних умов експлуатації беремо $\beta_H = 1,25$, тоді:

$$T_{кр} = \beta \cdot T_{ном} = 22,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

З умови міцності

$$T_{кр} = \frac{\pi d^2}{4} R z \tau_6.$$

Потрібний діаметр штифта з умови міцності:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot T_{кр}}{\pi \cdot R \cdot z \cdot \tau_6}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 22,5}{3,14 \cdot 45 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 980 \cdot 10^6}} = 0,57 \text{ мм}.$$

Згідно з рекомендаціями, викладеними в підрозділі, присвяченому розрахунку муфт з елементом, що руйнується, довжину штифта l приймаємо 18 мм.

Враховуючи незначну величину діаметра штифта і його масу, обмежимося одним штифтом діаметром $d = 1,0$ мм і зменшимо R до 30 мм. Визначаємо при вибраних розмірах τ_{σ} :

$$\tau_{\sigma} = \frac{4T_{кр}}{\pi d^2 Rz} = \frac{4 \cdot 22,5}{3,14(1 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 1} = 960 \text{ МПа.}$$

Недовантаження штифта складає:

$$\frac{980 - 960}{980} \cdot 100\% = 2\%$$

Отже, запропонований штифт задовольняє умовам задачі.