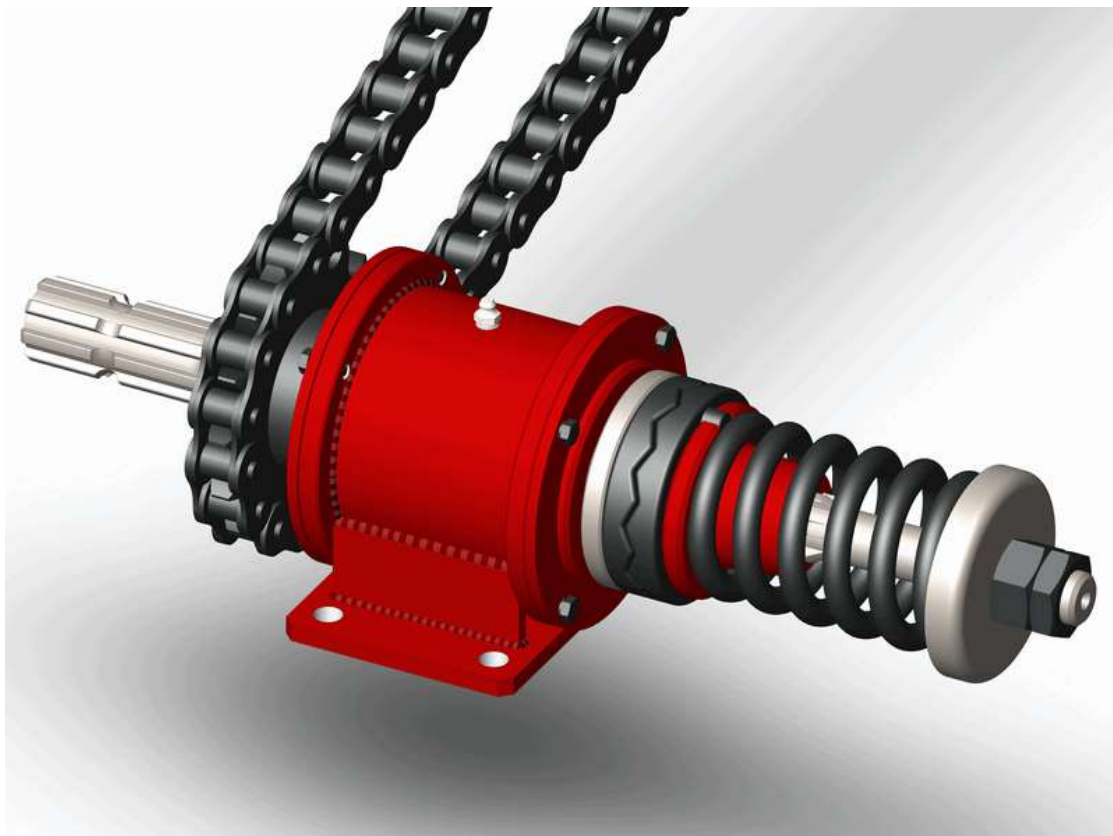


### 33. Муфти

1. Призначення та класифікація муфт. Застосування муфт
2. Конструкції муфт. Стислі відомості про вибір і розрахунок муфт



#### 1. Призначення та класифікація муфт. Застосування муфт

*Муфтами* в деталях машин називають вироби, що з'єднують вали і передають крутний момент. Застосування муфт пов'язане з тим, що багато машин, зокрема і їх урухомники, компонують із окремих складаних одиниць, що мають вихідні та вхідні вали. Крім з'єднання валів і передавання крутних моментів муфти можуть виконувати і інші функції, такі як компенсування похибок взаємного розміщення валів (див. рис. 11.1), зменшення динамічних навантажень, з'єднання і роз'єднання валів без зупинення двигуна, автоматично керувати роботою машини, запобігати поломці деталей машин від перевантажень.

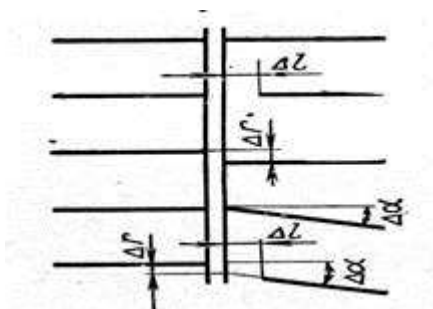


Рис. 11.1. Схеми похибок взаємного розміщення валів

За функціями, які можуть виконувати муфти, їх можна поділити на п'ять класів: *глухі, компенсаційні або рухомі, зчпні, автоматичні або самокеровані та запобіжні*. Існують й інші класифікації муфт.

## 2. Конструкція муфт. Стислі відомості про вибір і розрахунок муфт

У машинах і їх урухомниках використовують муфти різноманітних конструкцій. Найбільш широко використовують стандартизовані муфти. Стандартні муфти не розраховують, а вибирають за діаметром  $d_s$  з'єднаних валів і розрахунковим крутним моментом  $M_p$ .

$$M_p = K_p \cdot M_k, \quad (11.1)$$

де  $M_k$  – номінальний крутний момент на валах;  $K_p$  – коефіцієнт, що враховує короточасні перевантаження або режим роботи муфти. Залежно від режимів роботи машин  $K_p = 1,0 \dots 4,0$  і вибирається із довідкової літератури. Далі наведені конструкції муфт із різних класів і їх перевірні розрахунки.

**Глухі муфти** – призначені для жорсткого з'єднання валів і передавання крутного моменту. Інших функцій вони не виконують. Такі муфти є втулкові (рис. 11.2), фланцеві (рис. 11.3) і клемові (рис. 11.4).

**Втулкова муфта** – суцільна втулка, яка насаджується на кінці валів, які підлягають з'єднанню. З'єднання суцільної втулки з валами здійснюється за допомогою штифтів (рис. 11.2а), або шпонок (рис. 11.2б), або шліців.



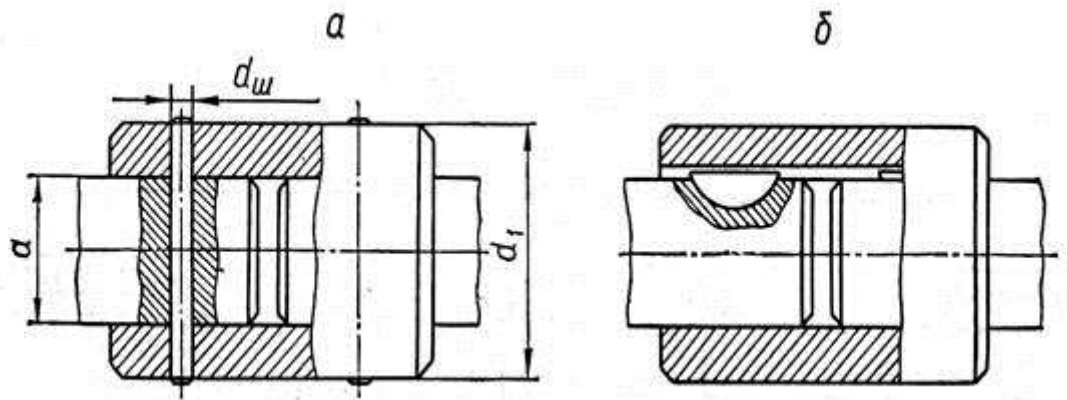


Рис. 11.2. Схема втулкової муфти  
за умовою міцності на кручення:

$$(11.2)$$

Перевірний розрахунок штифтів виконують за умовою міцності на зріз:

$$\tau_{зр} = \frac{F_t}{A_{зр}} = \frac{4 \cdot M_p}{\pi \cdot d \cdot d_{ш}^2} \leq [\tau_{зр}] \quad (11.3)$$

Тут розрахункові розміри відповідають позначенням на рис. 11.2а. Допустимі напруження за розрахунків беруть  $[\tau_k] = (30 \dots 40) \text{ МПа}$ , а  $[\tau_{зр}] = (40 \dots 45) \text{ МПа}$ . Перевірні розрахунки шпонкового або шліцевого з'єднання виконані у темі 14.

**Фланцева муфта** (рис. 11.3) складається з двох півмуфт, виконаних у вигляді фланців, які насаджені на кінці валів і з'єднані між собою болтами: із зазором (чорновими) – рис. 11.3, варіант 1; без зазору (чистовими) – рис. 11.3, варіант 2.

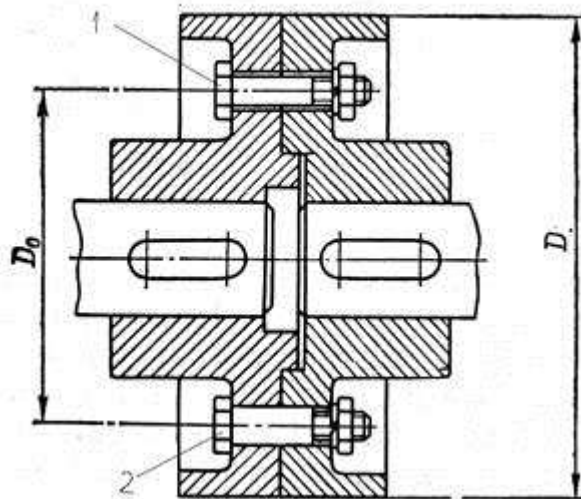
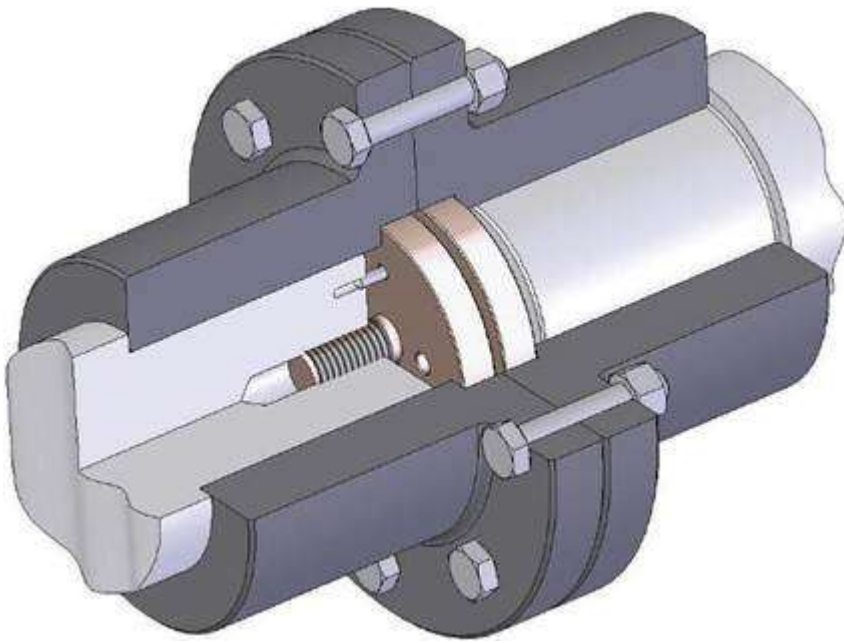


Рис. 11.3. Схема фланцевої муфти

**Клемова муфта** (рис. 11.4) складається з двох півмуфт 1 і 2 з клемами, розділених по площині, яка проходить через поздовжні осі валів і з'єднані між собою болтами 3. У малих муфтах момент  $M_p$  передають за рахунок моменту сил тертя, що виникає у площині стику півмуфт з валом від затягування болтів. У великих муфтах для надійності роботи додатково ставлять призматичну шпонку.

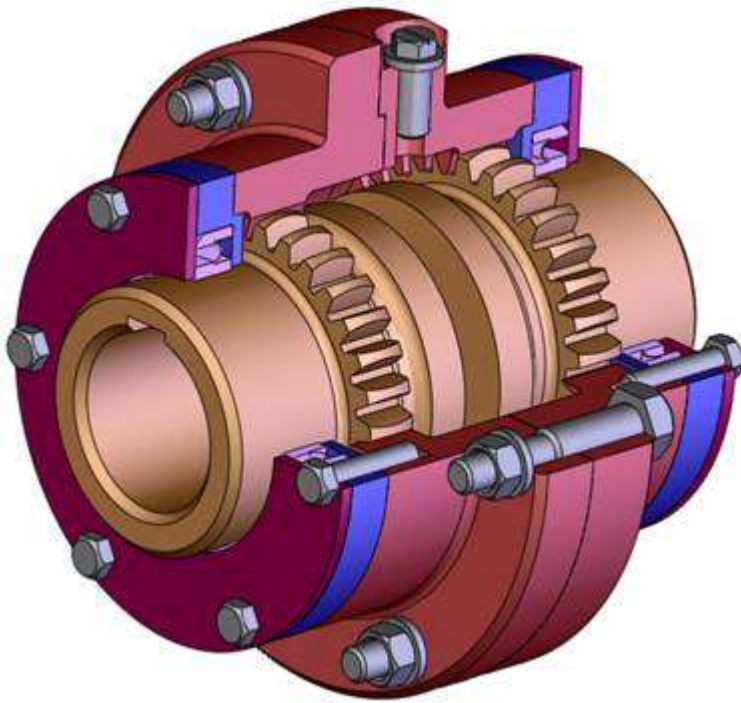


Рис. 11.5. Схема кулачково-дискової муфти

Роботоздатність кулачково-дискової муфти визначається стійкістю робочих поверхонь кулачків і пазів півмуфт проти спрацювання ;

де  $D$  – зовнішній діаметр муфти;  $d$  – діаметр вала;  $h$  – висота кулачка. Допустимий тиск і допустимі напруження зминання приймають залежно від матеріалу, термообробки і умов роботи муфт  $[q] = 15 \dots 25 \text{ МПа}$ , а  $[\sigma_{зм}] = 15 \dots 20 \text{ МПа}$ .

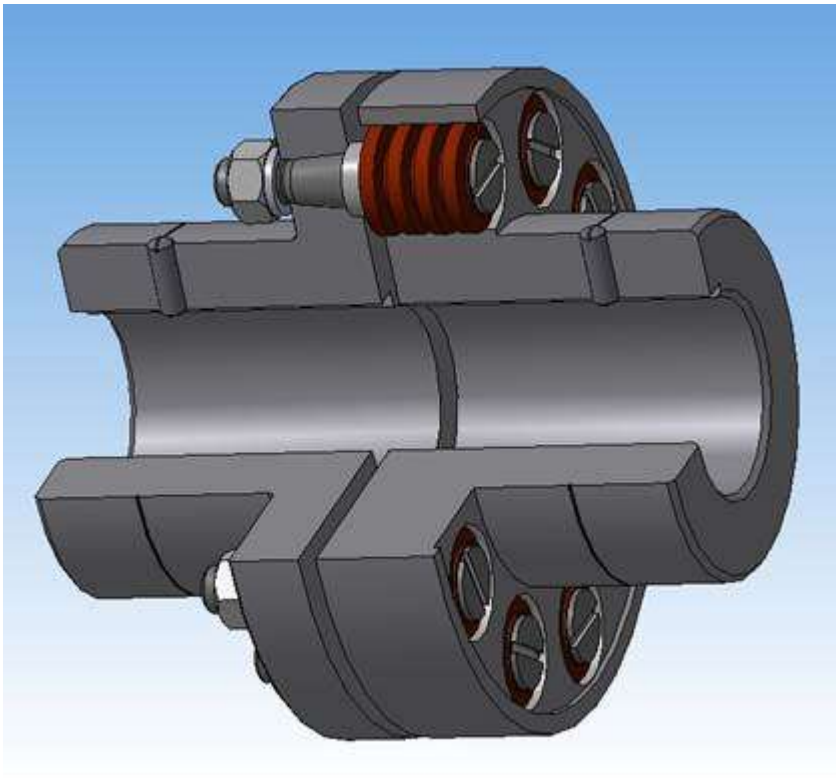
**Зубчаста муфта** (рис. 11.6) складається з півмуфт 1 і 2, що мають зовнішні зубчасті вінці, і роз'ємної обойми 3 з двома внутрішніми зубчастими вінцями. Дві половини обойми 3 з'єднуються між собою за допомогою чистових болтів. Зуби півмуфт 1 і 2 та обойми 3 мають евольвентний профіль. Зубчаста муфта забезпечує компенсацію похибок  $\Delta l$ ,  $\Delta r$  і  $\Delta \alpha$ , бо її зубчасте зачеплення виготовляють із гарантованим боковим зазором і з можливістю вільного осьового зміщення сполучених зубів, а самі зуби мають бочкоподібну форму зі сферичною зовнішньою поверхнею. Зубчасті муфти стандартизовані (ГОСТ 5006-83) для валів  $d_{\epsilon} = (40 \dots 200) \text{ мм}$ .



Деталі зубчастих муфт виготовляють із вуглецевих сталей марок 45, 50 або 40Х. Для підвищення зносостійкості зубів їх термообробляють до твердості  $(40...45)HRC$ . Тихохідні муфти можна виготовляти із твердістю зубів  $\leq 350HB$ .

Компенсація неспівосності валів супроводжується неперервним ковзанням у контакті зубів і відповідним їх зносом. Для зменшення зносу зубів в об'єму муфти заливають рідке мастило високої в'язкості.

**Пружна втулково-пальцева муфта** (рис. 11.7) складається з двох півмуфт 1 і 2, гумових втулок 3 і пальців 4.



Півмуфти виготовляють із чавуну СЧ20, сталі 30 або 35Л. Матеріал пальців – сталь 45, а втулок – гума з границею міцності під час розтягування не менш ніж 8 МПа.

**Зчіпні муфти** належать до тих, за допомогою яких з'єднують і роз'єднують вали під час зупинення і роботи урухомника. Ці муфти поділяють на кулачкові та фрикційні.

**Кулачкова муфта** (рис. 11.9) у найпростішому вигляді складається із двох півмуфт 1 і 2, на торцях яких розміщено кулачки. Півмуфту 1 закріплюють на валу нерухомо, а півмуфта 2, що знаходиться на другому валу, може переміщатися уздовж нього. Рухому півмуфту 2 переміщують за допомогою спеціального пристрою – механізму керування муфтою. Із введенням у зачеплення кулачків двох півмуфт момент передається від одного вала до другого. Кулачкова муфта вимагає достатньо високої точності центрування валів тому, що перекоси різко зменшують надійність її роботи.

Вмикання кулачкових муфт під час обертання валів супроводжуються ударами. Такі муфти не рекомендують використовувати для вмикання урухомників під навантаженням.

Конструктивно кулачкові муфти відрізняються формою кулачків – прямокутні або трапецієподібні. У муфтах з трапецієподібним профілем

кулачків виникають осьові сили. Тому кут  $\alpha$  трапецієподібного профілю вибирається у межах  $\alpha = (2...5)^\circ$ .

Півмуфти кулачкових муфт виготовляють із сталей, що підлягають цементації, 15, 20, 15X, 20X, а за великих розмірів – із сталей 45, 40X, 40XH. Твердість кулачків має бути  $\geq 50...55HRC$ .

Роботоздатність кулачкових муфт оцінюється міцністю робочої поверхні кулачків, яка залежить від напружень зминання. За рівномірного розподілу навантаження між усіма кулачками

$$\sigma_{зм} = \frac{2M_p}{D \cdot z \cdot b \cdot h} \leq [\sigma_{зм}] \quad (11.8)$$

Тут розрахункові розміри відповідають позначенням на рис. 11.9, а  $z$  – число кулачків. Допустиме напруження зминання  $[\sigma_{зм}]$  рекомендують брати: вмикання за зупиненого урухомника  $[\sigma_{зм}] = (90...100)MPa$ ; вмикання муфти під час обертання валів  $[\sigma_{зм}] = (35...40)MPa$ .

**Фрикційні муфти** передають момент за рахунок тертя на робочих поверхнях їхніх деталей. Під час вмикання фрикційних муфт момент зростає поступово-пропорційно збільшенню сили притискання поверхонь тертя.

Фрикційні муфти за формою поверхонь тертя є таких видів: дискові (рис 11.10), конусні (рис. 11.11), барабанного типу (циліндричні) (рис. 11.12).

**Дискові фрикційні муфти** є із однією парою поверхонь тертя (рис. 11.10а)