

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до лабораторних робіт “Муфти механічні”
з дисципліни “Деталі машин та основи
конструювання”**

для студентів спеціальності

**131 Прикладна механіка освітня програма
«Обладнання та технології ливарного виробництва»
всіх форм навчання**

2019

Методичні вказівки до лабораторних робіт “Муфти механічні” з дисципліни “Деталі машин та основи конструювання” для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка освітня програма «Обладнання та технології ливарного виробництва» всіх форм навчання /Укл.: Н.О. Задоя, О.А. Алексєєв. – Запоріжжя. ЗНТУ, 2018. – 47 с.

Укладач: Н.О. Задоя, доцент, к.т.н.,

О.А. Алексєєв, зав. лаб.

Рецензент: М.І. Носенко, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск:

Л.М. Мартовицький, доцент, к.т.н., зав.каф. ДМ і ПТМ

Затверджено
на засіданні кафедри
“Деталі машин і ПТМ”
Протокол № 4
Від 23 січня 2019 р.

Рекомендовано
до видання
НМК М-факультета
Протокол № 5
Від 21 лютого 2019 р.

ЗМІСТ

1.	Загальні відомості	4
2.	Вибір і розрахунок муфт	7
2.1	Муфти втулкові зі штифтами	7
2.2	Муфти втулкові з призматичними шпонками	10
2.3	Муфти фланцеві відкриті (МФВ)	14
2.4	Муфти пружні втулично-пальцеві (МПВП)	18
2.5	Муфти зі зрізним штифтом	22
3.	Завдання на розрахунок муфт	25
4.	Контрольні питання	30
5.	Тести для самоконтролю	31
6.	Завдання для самостійної роботи	46
7.	Список використаної та рекомендованої літератури	47

Тема роботи: муфти механічні

Мета роботи: вивчення конструкцій і принципу дії приводних механічних муфт.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Муфти приводів – пристрої, призначені для з'єднання один з одним валів складальних одиниць (вузлів) і механізмів, а також валів і встановлених на них деталей.

Муфти передають обертаючий момент без зміни його величини й напрямку. У ряді випадків муфти компенсують похибки розташування осей валів, додатково поглинають вібрації й поштовхи, охороняють машини від аварій при перевантаженнях, обмежують частоти обертання, а також використовуються для включення й вимикання виконавчого механізму без зупинки двигуна.

Існує кілька способів передачі крутного моменту через муфту:

- а) шляхом механічного зв'язку між деталями, виконаних у вигляді статичних з'єднань або ж кінематичних пар;
- б) за допомогою магнітного притягання або сили тертя (муфти, що мають силове замикання);
- в) завдяки силі інерції або індукційній взаємодії електромагнітних полів (муфти з динамічним замиканням).

Різноманіття вимог, пропонованих до муфт, і різні умови роботи обумовили створення великої кількості їхніх конструкцій.

Муфти приводів бувають **механічні, гідродинамічні, електромагнітні** й ін. У загальному випадку муфти складаються з ведучої і веденої напівмуфт, що встановлюються на вали, і сполучних елементів. У гідродинамічних муфтах роль сполучного елемента виконує рідина, а в електромагнітних – електромагнітне поле. У механічних муфтах сполучним елементом є тверді тіла.

Найпоширеніші муфти стандартизовані.

Істотними показниками муфт є габарити, маса й момент інерції щодо осі обертання.

Напівмуфти встановлюють на циліндричні або конічні кінці валів. Стандарт допускає сполучення напівмуфт із різними діаметрами посадкових отворів при однакових номінальних

обертаючих моментах.

Механічні муфти по керованості підрозділяють на:

- некеровані (що не розчіплюються);
- керовані (зчіпні);
- самокеровані (автоматичні);
- інші муфти, які не можуть бути віднесені до попередніх класів і різні спеціальні, наприклад комбіновані муфти.

1. До жорстких або глухих муфт відносяться: фланцеві, втулкові, поздовжньо-з'єднувальні.

Постійні муфти забезпечують жорстке з'єднання валів. Для виробництва цих муфт використовуються середньовуглицеві сталі й сірі чавуни. Переданий муфтами крутний момент залежить від того, наскільки міцно муфта з'єднана з валом. З'єднання буває шпонковим, штифтовим і шліцевим.

Недоліком жорстких муфт є те, що вони передають всі поштовхи і удари від двигуна всім механізмам, а також – навпаки.

Втулкові муфти передають крутний момент за допомогою шпонок і штифтів. Основним недоліком втулкових муфт є необхідність зсуву валів при монтажі в осьовому напрямку.

Поздовжньо-з'єднувальні або **клемові** муфти здійснюють передачу крутного моменту завдяки силам тертя, що виникають при затягуванні болтів між зовнішньою й внутрішньою поверхнею валів. У випадку передачі значних крутних моментів для посилення додатково необхідно встановити шпонки.

2. Компенсуючі муфти, ті які компенсують кутові, осьові й радіальні зсуви валів. До цієї групи відносяться: шарнірні муфти з кутовим зсувом до 45° , зубчасті й ланцюгові.

В якості компенсуючих муфт можуть використовуватися пружно-демпфуючі та пружні муфти. До даної групи відносяться втулочно-пальцеві муфти, за допомогою яких з'єднується вал електродвигуна з валом привода автомобіля, та муфти, які мають торообразну оболонку й володіють більш досконалою конструкцією.

Також застосовують здвоєні шарнірні муфти, що сполучають у собі дві одинарні муфти і синхронні шарнірні муфти, які забезпечують передавальне відношення постійного характеру при будь-якому куті між осями валів, які необхідно

з'єднати. Муфти, що передають рух за допомогою кульок застосовують, приміром, у передньому приводі автомобіля.

Основним призначенням пружних муфт є компенсація неспіввісності валів, усунення резонансних проявів при навантаженнях і зниження сили короточасних перевантажень. Для цього в конструкції муфт вставляється спеціальний пружний елемент (спірально або пластинчаста пружина, еластичні вкладиші або еластичні втулки), що поглинає різкі перегони навантажень за допомогою своєї деформації.

3. Зчіпні муфти з'єднують або роз'єднують вали й вали, на яких установлені деталі. У цю групу входять: кулачково-дискові й фрикційні муфти. Хрестові або кулачково-дискові муфти передбачають допуск значних поперечних зсувів осей валів, а також компенсують невеликі перекоси і осьові зсуви.

4. Самокеровані або автоматичні муфти передають обертання в одному певному напрямку. До них відносяться: відцентрові муфти, які обмежують частоту обертання й запобіжні муфти – обмежують переданий момент. Ці муфти можуть включатися й вимикатися, виходячи зі змін робочих режимів машини.

До цієї групи належать **однооборотні муфти**, які спрацьовують, потрапляючи в певне положення, через один (кілька) обертів вала. За допомогою цих муфт, наприклад, у молотах і пресах здійснюється зупинка повзуна, що перебуває у верхньому положенні.

Обгінні муфти (муфти вільного ходу) можуть передавати момент лише в одному напрямку, у якому обертається провідна напівмуфта щодо веденої, а також повертаються, коли відбувається зворотній напрямок обертання. Обгінними муфтами забезпечуються велосипеди, автоматичні трансмісії автомобілів, верстати та ін.

Відцентрові муфти можуть включатися й вимикатися у відповідності зі швидкістю, з якою обертається провідна напівмуфта. Відцентрові муфти можуть бути використані як пускові механізми у приводах, а також як запобіжні муфти для обмеження обертальної швидкості. Запобіжні функції можуть виконувати й муфти інших типів, які допускають проковзування й мають відповідну конструкцію та характеристики.

6. Гідравлічні або гідродинамічні муфти. У валів гідравлічних муфт відсутній жорсткий механічний зв'язок.

Механічна енергія передається за допомогою робочої рідини, наприклад, масла. Особливістю гідравлічної муфти є те, що вона забезпечує обмеження максимального обертового моменту, згладжування пульсацій, усунення перевантаження двигуна та ін.

7. Електромагнітні та магнітні муфти. У валах також відсутній жорсткий механічний зв'язок. Ці муфти забезпечують передачу механічної енергії через герметичну стінку.

2. ВИБІР І РОЗРАХУНОК МУФТ

2.1 Муфти втулкові зі штифтами

2.2

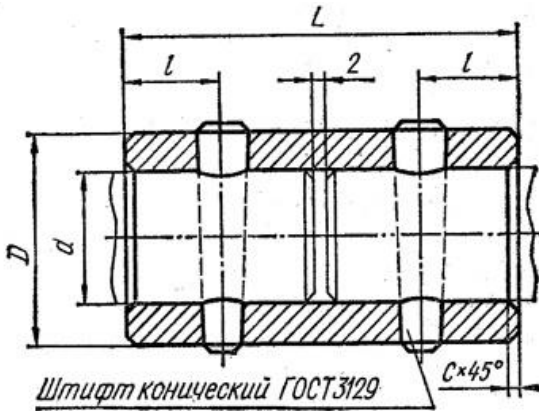


Рисунок 2.1 – Штифт конічний

Діаметр вала d , мм	Допустимий розрахунковий момент, M_p , Н·м	D	L	l	Два конічних штифти за ДСТ 3129 $d_{ш} \times l_{ш}$
		мм			
10	4,5	18	35	8	2,5×18
12	7,5	22	40	8	3×22
14	16	25	45	10	4×26
16	28	28	45	10	5×28
18	32	32	55	12	5×32
20	50	35	60	15	6×35
22	56	35	65	15	6×35
25	112	40	75	20	8×40
28	127	45	80	20	8×45
30	132	45	90	20	8×45
35	250	50	105	25	10×50
40	280	60	120	25	10×60
45	530	70	140	35	13×70
50	600	80	150	35	13×80
55	630	90	160	35	13×90
60	1060	100	180	45	16×100
70	1250	110	200	45	16×110

Завдання.

Елементи складеного вала з'єднані сталеві втулковою муфтою, що закріплена на кінцях ділянок вала, що з'єднуються конічними штифтами. Передана потужність N , Вт; кутова швидкість вала ω , рад/с; коефіцієнт динамічності k ; допустиме напруження на кручення для матеріалу вала $[\tau]_k$, МПа (дані приймаються по таблиці, додаток 1, відповідно до номера завдання).

Визначити діаметр вала, підібрати втулкову муфту по нормалі, перевірити на міцність втулку муфти і конічні штифти. Вичертити ескіз муфти.

Порядок розрахунку:

1. Визначити номінальний момент, переданий муфтою M , Н·м.

$$M = \frac{N}{\omega}. \quad (2.1)$$

2. Визначити розрахунковий момент M_p , Н·м.

$$M_p = k \cdot M, \quad (2.2)$$

де k – коефіцієнт динамічності або режиму роботи.

Розрахунковий момент M_p у зв'язку з можливими періодичними перевантаженнями муфти, як правило, більше номінального.

3. Визначасмо діаметр кінців вала, що з'єднуються, d_p , мм

$$d_p \geq \sqrt[3]{\frac{M_p}{0.2 \cdot [\tau]_k}}, \quad (2.3)$$

де $[\tau]_k$ – допустиме напруження на кручення для матеріалу вала, МПа

4. По розрахунковому діаметру вала d_p установлюється типорозмір муфти (по нормалі приймається муфта з найближчим більшим нормалізованим діаметром d).

5. Перевірити можливість застосування прийнятої муфти по крутному моменту $M_p \leq M_{p \max}$. Якщо умова не виконується, то приймається муфта іншого типорозміру зі значенням $M_p \leq M_{p \max}$.

Для остаточно прийнятої муфти виписуються значення розмірів і викреслюється ескіз муфти із кінцями елементів вала, що з'єднуються.

6. Втулка перевіряється на кручення:

$$\tau_k = \frac{M_p}{W_p} = \frac{M_p}{0.2 \cdot D^3 \cdot \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right]} \leq [\tau]_k^*, \quad (2.4)$$

де W_p – полярний момент опору кільцевого перетину втулки, Н·м;

$[\tau]_k^* = 25$, МПа – допустиме напруження на кручення для матеріалу вала (сталь 45).

Низьке значення $[\tau]_k^*$ пояснюється тим, що момент W_p визначається без обліку ослаблення перетину втулки отворами під штифти.

7. Штифти перевіряють на зріз

$$\tau_{зр} = \frac{P_{зр}}{F_{зр}} = \frac{4 \cdot M_p}{\pi \cdot d_{ш}^2 \cdot d} \leq [\tau]_{зр}, \quad (2.5)$$

де $P_{зр}$ – зусилля зрізу, Н;

$F_{зр}$ – площа зрізу штифтів, м²;

$d_{ш}$ – діаметр штифта, мм;

$[\tau]_{зр} = 90$ МПа – допустиме напруження на зріз для штифтів (сталь 45).

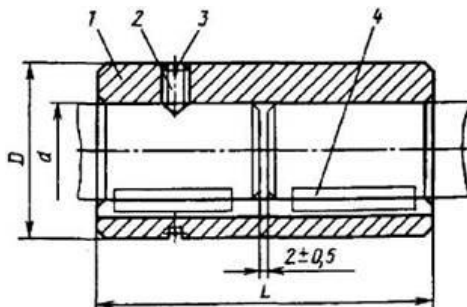
Якщо умова (5) не виконується, то варто зробити висновок про необхідність використання штифтів із більш міцного матеріалу, для якого умова буде виконуватися.

2.2 Муфти втулкові з призматичними шпонками

Завдання.

Елементи складеного вала з'єднані сталеві втулковою муфтою, що закріплена на кінцях ділянок вала, що з'єднуються, призматичними шпонками й настановним гвинтом. Передана потужність N , Вт; кутова швидкість вала ω , рад/с; коефіцієнт динамічності k ; допустиме напруження кручення для матеріалу вала $[\tau]_k$ МПа (дані приймаються по таблиці 3.2, відповідно до номера завдання).

Визначити діаметр вала, підібрати втулкову муфту по нормалі, перевірити на міцність втулку муфти і шпонки. Викреслити ескіз муфти.



- 1 – втулка;
 2 – настановний
 гвинт;
 3 – стопорне
 кільце;
 4 – шпонка

Діаметр вала d , мм	Розрахунковий момент, що допускається, $M_{p \text{ max}}$ Нм	D	L	l	Дві шпонки за ДСТ 8789 $b \times h \times l_{ш}$
		мм			
20	71	35	60	15	6×6×22
22	90	35	65	15	6×6×25
25	125	40	75	20	8×7×28
28	170	45	80	20	8×7×32
30	212	45	90	20	8×7×36
35	355	50	105	25	10×8×45
40	450	60	120	25	12×8×50

1	2	3	4	5	6
45	710	70	140	35	14×9×63
50	850	80	150	35	14×9×63
55	1060	90	160	35	16×10×70
60	1500	100	180	45	18×11×80
70	2240	110	200	45	20×12×90
80	3150	120	220	50	22×14×100
90	4000	130	240	50	25×14×110
100	5600	140	280	60	28×16×125

Порядок розрахунку:

1. Визначити номінальний момент, переданий муфтою M , Н·м.

$$M = \frac{N}{\omega}. \quad (2.6)$$

2. Визначити розрахунковий момент M_p , Н·м.

$$M_p = k \cdot M, \quad (2.7)$$

де k – коефіцієнт динамічності або режиму роботи.

Розрахунковий момент M_p у зв'язку з можливими періодичними перевантаженнями муфти, як правило, більше номінального.

3. Визначаємо діаметр кінців вала, що з'єднуються, d_p , мм

$$d_p \geq \sqrt{\frac{M_p}{0.2 \cdot [\tau]_k}}, \quad (2.8)$$

де $[\tau]_k$ – допустиме напруження на кручення для матеріалу вала, МПа.

4. По розрахунковому діаметру вала d_p встановлюється типорозмір муфти (по нормалі приймається муфта з найближчим більшим нормалізованим діаметром d).

5. Перевірити можливість застосування прийнятої муфти по крутному моменту $M_p \leq M_{p \max}$. Якщо умова не виконується, то приймається муфта іншого типорозміру зі значенням $M_p \leq M_{p \max}$.

Для остаточно прийнятої муфти виписуються значення розмірів і викреслюється ескіз муфти із кінцями елементів вала, що з'єднуються.

6. Втулка перевіряється на кручення:

$$\tau_k = \frac{M_p}{W_p} = \frac{M_p}{0,2 \cdot D^3 \cdot \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right]} \leq [\tau]_k^*, \quad (2.9)$$

де W_p – полярний момент опору кільцевого перетину втулки, Н·м;

$[\tau]_k^* = 25$ МПа – допустиме напруження на кручення для матеріалу втулки (сталь 45).

Низьке значення $[\tau]_k^*$ пояснюється тим, що момент W_p визначається без обліку ослаблення перетину втулки отворами під шпонки.

7. Шпонки перевіряються на зминання $\sigma_{зм}$ та зріз $[\tau]_{зр}$, МПа

$$\sigma_{зм} = \frac{P_{зм}}{F_{зм}} = \frac{4,4 \cdot M_p}{h \cdot l_p \cdot d} \leq [\sigma]_{зм}, \quad (2.10)$$

де $P_{зм}$ – зусилля зминання бічної поверхні шпонки, Н;

$F_{зм}$ – поверхня зминання шпонки, м;

h – висота шпонки, мм;

$l_p = l_{ш} - b$ – розрахункова довжина шпонки, мм;

$[\sigma]_{зм} = 160$, МПа – допустима напруга на зминання матеріалу шпонки

$$\tau_{зр} = \frac{P_{зр}}{F_{зр}} = \frac{2 \cdot M_p}{b \cdot l_p \cdot d} \leq [\tau]_{зр}, \quad (2.11)$$

де $P_{зр}$ – зусилля зрізу, Н;

$F_{зр}$ – площа зрізу, м²;

$[\tau]_{зр} = 100$ МПа – допустима напруга на зріз матеріалу шпонки.

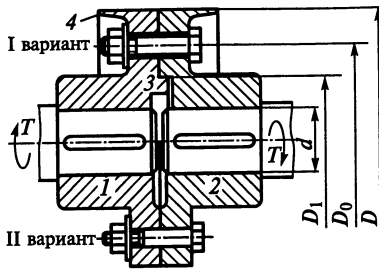
Якщо умова (5) і (6) не виконується, то варто зробити висновок про необхідність використання шпонки із більш міцного матеріалу, для якого умова буде виконуватися.

2.3 Муфти фланцеві відкриті (МФВ)

Завдання.

Елементи розрізного вала з'єднані відкритою фланцевою муфтою. Передана потужність N , Вт; кутова швидкість вала ω , рад/с; коефіцієнт динамічності k ; матеріал болтів (дані приймаються по таблиці 3.3, відповідно до номера завдання). Напруга, що допускається, на крутіння матеріалу **вала** $[\tau]_к = 35$ МПа.

Визначити діаметр вала d , мм, підібрати відкриту фланцеву муфту по нормалі й перевірити міцність болтів, встановлених у отвір без зазору. Перевірити чи зможе муфта передати необхідний момент, якщо всі болти будуть встановлені з зазором. Накреслити ескіз муфти.



1, 2 – напівмуфти;
3 – виступ;
4 – бортики

Діаметр вала d , мм	Розрахунковий момент $M_{р}$, Н·м	D	D_0	L	d_0	l	l_0	L_1	Болти ДЕРЖСТА НДАРТ 7808-70	
		мм							Позначення	Число z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	15	80	60	60	25	8	20	27	М 8	2
14	21	80	60	60	25	8	20	27		
16	30	90	65	80	30	10	25	37		
18	40	90	65	80	30	10	25	37		
20	60	100	75	100	38	12	30	47		
22	80	100	75	100	38	12	30	47		
25	100	120	90	120	50	15	35	55	М 10	2
28	160	120	90	120	50	15	35	55		
32	250	140	110	160	65	17	38	75		
36	320	140	110	160	65	17	38	75	М 12	3
40	500	160	125	220	80	20	45	105		
45	600	160	125	220	80	20	45	105		
50	1000	190	150	220	90	22	50	105	М 16	3
55	1200	190	150	220	90	22	50	105		
60	1600	220	180	280	120	25	55	135		
70	2500	220	180	280	120	25	55	135	М 20	3
80	3600	260	220	340	160	28	60	165		
90	4800	260	220	340	160	28	60	165		
100	6300	340	280	420	190	32	67	200	М 20	3
110	10000	340	280	420	190	32	67	200		

Порядок розрахунку:

1. Визначити номінальний момент, переданий муфтою M , Н·м.

$$M = \frac{N}{\omega}. \quad (2.12)$$

2. Визначити розрахунковий момент M_p , Н·м.

$$M_p = k \cdot M, \quad (2.13)$$

де k – коефіцієнт динамічності або режиму роботи.

Розрахунковий момент M_p у зв'язку з можливими періодичними перевантаженнями муфти, як правило, більше номінального.

3. Визначаємо діаметр кінців вала, що з'єднуються, d_p ,

мм

$$d_p \geq 3 \sqrt{\frac{M_p}{0,2 \cdot [\tau]_k}}, \quad (2.14)$$

де $[\tau]_k$ – допустиме напруження на кручення для матеріалу вала, МПа.

4. По розрахунковому діаметру вала d_p устанавлюється типорозмір муфти (по нормалі приймається муфта з найближчим більшим нормалізованим діаметром d).

5. Перевірити можливість застосування прийнятої муфти по крутному моменту $M_p \leq M_{p \max}$. Якщо умова не виконується, то приймається муфта іншого типорозміру зі значенням $M_p \leq M_{p \max}$.

Для остаточно прийнятої муфти виписуються значення розмірів і викреслюється ескіз муфти у масштабі.

6. Розрахунок болтів, встановлених без зазору (передбачається, що ці болти сприймають весь момент M_p).

$$\tau_{zp} = \frac{P_{zp}}{F_{zp}} = \frac{8 \cdot M_p}{\pi \cdot z \cdot d_o^2 \cdot D_o} \leq [\tau]_{zp}, \quad (2.15)$$

де $P_{zp} = \frac{2 \cdot M_p}{D_o}$ – зусилля, що зрізує болти, Н;

$$F_{зр} = z \cdot \frac{\pi \cdot d_o^2}{4} - \text{сумарна площа зрізу болтів, м}^2;$$

D_o – діаметр окружності, що проходить через центри болтових отворів, мм;

d_o – діаметр нарізної частини болта, мм

$$d_o = d_s + 0.001,$$

де d_s – зовнішній діаметр різьблення, мм;

z – число болтів, встановлених без зазору;

$[\tau]_{зр}$ – допустиме напруження матеріалу болта на зріз, МПа (приймається по таблиці 2.1 залежно від матеріалу болтів).

7. Розрахунок болтів на розтягнення (вважаємо, що всі болти встановлені з зазором)

$$\sigma_p = \frac{1,3 \cdot P_3}{\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}} = \frac{5,2 \cdot P_3}{\pi \cdot d_1^2} \leq [\sigma]_p, \quad (2.16)$$

де $P_3 = \frac{2 \cdot M_p}{D_o \cdot f \cdot (z + z')}$ – зусилля, що розтягує один болт, Н;

$f = 0.15 \div 0.2$ – коефіцієнт тертя між дотичними поверхнями напівмуфт;

1,3 – коефіцієнт, що враховує деформацію кругіння болта;

$[\tau]_p$ – допустиме напруження матеріалу болта на розтяг (МПа), приймається по таблиці 2.1 залежно від матеріалу й діаметра болта;

d_1 – внутрішній діаметр різьблення (мм), який визначається за довідковими даними для великої стандартної метричної різьби (таблиця 2.2).

Якщо умова (5) не буде виконуватися, необхідно зробити висновок про неприпустимість установки всіх болтів муфти із зазором.

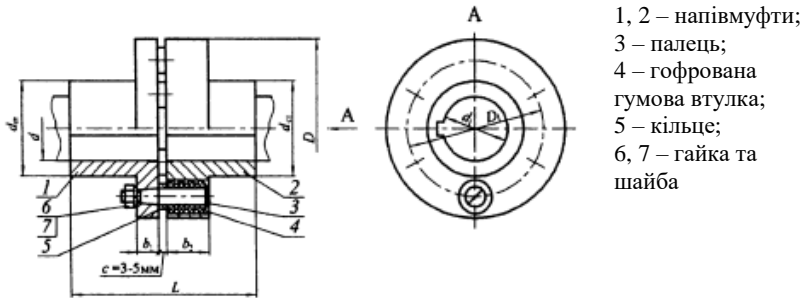
Таблиця 2.1 – Допустимі напруження матеріалу болтів

Матеріал	Напруга, що допускається, МПа					
	$[\sigma]_p$					$[\tau]_{зр}$
	Різьблення					
	M8	M10	M12	M16	M20	Всі різьблення
Сталь Ст 3	50	60	65	70	75	55
Сталь 35	80	85	90	100	110	80
Сталь 45	90	95	100	120	130	90

Таблиця 2.2 – Внутрішні діаметри метричного різьблення з великим кроком

Різьблення	M8	M10	M12	M16	M20
Внутрішній діаметр d_1 , мм	6,647	8,376	10,106	13,835	17,294

2.4 Муфти пружні втулично-пальцеві (МПВП)



Завдання.

Вал редуктора й вал робочого органу машини з'єднані пружною втулично-пальновою муфтою (МПВП). Передана потужність N , Вт; кутова швидкість ω , рад/с; коефіцієнт динамічності k ; допустиме напруження матеріалу вала на кручення $[\tau]_k$, МПа (дані приймаються по таблиці, додаток 4, відповідно до номера завдання).

Визначити діаметри кінців валів d , підібрати муфту МПВП по нормалі, перевірити на міцність пальці й втулки. Накреслити ескіз муфти.

Порядок розрахунку:

1. Визначити номінальний момент, переданий муфтою M , Н·м.

$$M = \frac{N}{\omega}. \quad (2.17)$$

2. Визначити розрахунковий момент M_p , Н·м.

$$M_p = k \cdot M, \quad (2.18)$$

де k – коефіцієнт динамічності або режиму роботи.

Розрахунковий момент M_p у зв'язку з можливими періодичними перевантаженнями муфти, як правило, більше номінального.

3. Визначаємо діаметр кінців вала, що з'єднуються, d_p , мм

$$d_p \geq 3 \sqrt[3]{\frac{M_p}{0,2 \cdot [\tau]_k}}, \quad (2.19)$$

де $[\tau]_k$ – допустиме напруження на кручення для матеріалу вала, МПа

4. По розрахунковому діаметрі вала d_p встановлюється типорозмір муфти (по нормалі приймається муфта з найближчим більшим нормалізованим діаметром d).

5. Перевірити можливість застосування прийнятої муфти по крутному моменту $M_p \leq M_{p \max}$. Якщо умова не виконується, то приймається муфта іншого типорозміру зі значенням $M_p \leq M_{p \max}$.

Для остаточно прийнятої муфти виписуються значення розмірів і викреслюється ескіз муфти у масштабі.

6. Перевіряємо міцність пальців на вигин:

$$\sigma_{\theta} = \frac{M_3}{W} = \frac{\left(\frac{2 \cdot M_p}{D_o \cdot z}\right) \cdot \left(\frac{l_n}{2}\right)}{0.1 \cdot d_n^3} = \frac{10 \cdot M_p \cdot l_n}{D_o \cdot z \cdot d_n^3} \leq [\sigma]_{\theta}, \quad (2.20)$$

де l_n – робоча довжина пальця, мм;

D_o – діаметр окружності, що проходить через центри отворів під пальці, м;

z – число пальців;

d_n – діаметр пальця в небезпечному перетині, м;

M_3 – згинальний момент у небезпечному перетині, Н·м;

W – момент опору небезпечного перетину, Н·м;

$[\sigma]_{\theta}$ – 50 МПа – допустиме напруження на вигин для матеріалу пальців (стал 45, нормалізована).

7. Перевіряємо міцність втулки на зминання

$$\sigma_{зм} = \frac{P_{зм}}{F_{зм}} = \frac{2M_p}{D_o \cdot z \cdot l_{\theta} \cdot d_n} \leq [\sigma]_{зм}, \quad (2.21)$$

де $P_{зм} = \frac{2 \cdot M_p}{D_o \cdot z}$ – зусилля, що зминає одну втулку, Н;

$F_{зм} = d_n \cdot l_{\theta}$ – умовна площа зминання втулки, м²;

l_{θ} – довжина втулки, м;

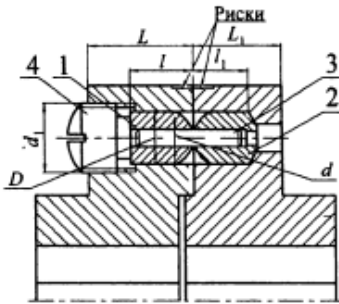
$[\sigma]_{зм}$ = 2 МПа – допустиме напруження матеріалу втулки на зминання (гума).

Якщо умови (4) і (5) не виконуються, то варто зробити висновок про необхідність використання пальців або втулок із більш міцного матеріалу.

Муфти пружні втулочно-пальцеві (МПВП)

Діаметр вала d , мм	Розраху- нковий момент, що допуска- ється, M_p , Н·м	Розміри, мм								Пальці				Втулки	
		D	L	D_0	d_1	l_1	l_2	l	c	d_p , мм	l_p , мм	Різьблення	Число z	d_b , мм	l_b , мм
16, 18	32	90	84	58	30	25	22	40	1–4	10	19	M8	4	19	15
20, 22	55	100	104	68	40	25	22	50	1–4	10	19	M8	6	19	15
25, 28	130	120	125	84	52	32	35	60	1–5	14	33	M10	4	27	28
(30), 32, (35), 36, 38	240	140	165	100	70	32	35	80	1–5	14	33	M10	6	27	28
40, (42), 45	450	170	226	120	80	42	45	110	2–6	18	42	M12	6	35	36
(48), 50, 55	700	190	226	140	100	42	45	110	2–6	18	42	M12	8	35	36
60, (65)	1100	220	286	170	120	42	45	140	2–6	18	42	M12	10	35	36
70, (75)	2000	250	288	190	135	58	55	140	2–8	24	52	M16	10	45	44
80, (85), 90, (95)	4000	320	350	242	175	75	70	170	2-10	30	66	M24	10	56,5	56
100, 110, (120)	8000	400	432	300	220	90	90	210	2–12	38	84	M30	10	70,5	72
125, (130)	15000	500	515	380	240	11	110	250	2–15	45	10 3	M36	10	86,5	88
140, (150)					270	0									

2.5 Муфти із зрізним штифтом



- 1, 2 – втулки загартовані;
 3 – штифт;
 4 – гвинт

Штифт за ДСТ $d_{ш} \times l_{ш}$	$d_{вт}$, мм	Різьблення d_1 , мм	L_1 , мм	L_2 , мм	A , мм	B , мм	C , мм
1,6×18 2×18	10	M16	12	11,5	22	16	1
3×30 4×30 5×30	15	M20	18	14	30	25	1,5
6×45 8×45 10×45	25	M30	28	21,5	50	45	2

Завдання.

Передача крутного моменту від приводного вала до виконавчого механізму здійснюється за допомогою запобіжної муфти із зрізними штифтами.

Передана потужність N , Вт; кутова швидкість вала ω , рад/с; коефіцієнт динамічності k ; допустиме напруження матеріалу вала на кручення $[\tau]_k$, МПа, число штифтів z (дані приймаються по таблиці, додаток 5, відповідно до номера завдання).

Визначити діаметр вала, розрахувати діаметр зрізного штифта, визначити по нормалі або розрахувати основні розміри муфти і накреслити її ескіз.

Порядок розрахунку:

1. Визначити номінальний момент, переданий муфтою M , Н·м.

$$M = \frac{N}{\omega}. \quad (2.22)$$

2. Визначити розрахунковий момент M_p , Н·м.

$$M_p = k \cdot M, \quad (2.23)$$

де k – коефіцієнт динамічності або режиму роботи.

3. Визначаємо діаметр вала d_p , мм

$$d_p \geq 3 \sqrt{\frac{M_p}{0,2 \cdot [\tau]_k}}, \quad (2.24)$$

де $[\tau]_k$ – допустиме напруження на кручення для матеріалу вала, МПа

Розрахункове значення діаметра d_p округляється до найближчого більшого значення з ряду d , мм: 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 30; 32; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 70; 80.

4. Визначаємо руйнуючий момент $M_{гран}$

$$M_{гран} = 1,25 \cdot M_p.$$

5. Попередньо приймається діаметр окружності D'_o , на якій розташовані центри штифтів, м

$$D'_o = (2,5 \div 3) \cdot d$$

$$6. \text{ З умови зрізу штифта } \tau_{зр} = \frac{P_{зр}}{F_{зр}} = \frac{2 \cdot M_{зран}}{\frac{D'_o}{\pi \cdot d_{ш}^2 \cdot z}} \leq [\tau]_{зр}$$

визначається його розрахунковий діаметр $d_{ш,р}$, м

$$d_{ш,р} = \sqrt{\frac{8 \cdot M_{зран} \cdot k_z}{\pi \cdot z \cdot \tau_{зранзр} \cdot D'_o}}$$

де z – число штифтів;

k_z – коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження
(при $z = 1$ $k_z = 1$; при $z = 2$ $k_z = 1,2$)

$\tau_{зранзр} = 420$ МПа – межа міцності штифта на зріз (загартована сталь 45 або Ст. 5)

7. По нормалі приймається муфта з найближчим діаметром штифта $d_{ш}$.

8. Визначаємо уточнене значення діаметра D_o , м

$$D_o = \frac{8 \cdot M_{зран} \cdot k_z}{\pi \cdot z \cdot d_{ш}^2 \cdot \tau_{зран}}$$

9. Визначаємо діаметр муфти D , м

$$D = D_o + 2 \cdot d_{ет}$$

10. Викреслити ескіз муфти.

3. ЗАВДАННЯ НА РОЗРАХУНОК МУФТ

Таблиця 3.1 – Завдання на розрахунок втулкових муфт із штифтами

№ завдання	Передана потужність N , Вт	Кутова швидкість вала ω , рад/с	Коефіцієнт динамічності k	Допустиме напруження матеріалу вала на кручення $[\tau]_k$, МПа
1	160	50	1,25	23
2	250	20	2,0	35
3	260	55	1,5	22
4	475	5	2,8	24
5	550	8	1,6	36
6	600	50	2,5	28
7	600	40	3,0	32
8	860	100	1,75	30
9	1050	15	1,8	30
10	1300	5	2,0	30
11	1680	40	1,2	28
12	1710	3	1,75	25
13	2000	30	2,0	25
14	2500	25	2,4	30
15	4700	12	1,5	28
16	7500	10	1,6	20
17	10900	25	1,4	22
18	12000	21	1,45	32
19	12600	30	1,5	30
20	13500	28	1,9	35
21	15000	42	2,0	28
22	18500	33,5	1,3	30
23	20000	26,2	1,3	20
24	22000	42	2,2	34
25	25000	50	1,25	31
26	28000	45	1,5	25
27	30000	40	1,5	27
28	32000	48	1,4	25
29	35000	52,4	1,7	30
30	45000	52,4	1,8	24

Таблиця 3.2 – Завдання на розрахунок втулкових муфт із призматичними шпонками

№ завдання	Передана потужність N , Вт	Кутова швидкість вала ω , рад/с	Коефіцієнт динамічності k	Допустиме напруження матеріалу вала на кручення $[\tau]_k$, МПа
1	3800	100	1,8	35
2	3400	85	2,0	30
3	6000	75	1,5	40
4	7000	70	1,5	37,5
5	15700	105	1,4	37
6	8400	42	1,7	40
7	10000	50	2,1	35
8	16500	55	2,3	39
9	12000	40	2,7	36
10	32000	80	2,5	35
11	42000	42	1,4	34
12	21000	30	3,0	33
13	37500	25	2,0	30
14	20000	10	1,75	30
15	15000	5	1,6	32
16	5000	50	1,25	35
17	6000	40	1,6	34
18	3200	20	1,9	35
19	1650	15	2,0	36
20	1050	12	2,2	38
21	1680	16	2,3	37
22	1640	8	2,4	33
23	7750	25	2,5	34
24	7350	21	2,6	35
25	4000	10,5	2,7	32
26	11200	28	2,9	37
27	9400	16,8	3,0	34
28	21000	26,2	2,5	32
29	12600	8,4	2,0	33
30	31500	10,5	1,5	30

Таблиця 3.3 – Завдання на розрахунок фланцевих муфт

№ завдання	Кутова швидкість вала ω , рад/с	Передавана потужність N , Вт	Коефіцієнт динамічності k	Матеріал болтів
1	145	560	2,7	Сталь Ст. 3
2	145	1000	2,7	Сталь 35
3	145	1400	2,7	Сталь 45
4	98	1270	2,7	Сталь Ст. 3
5	98	2700	2	Сталь Ст. 3
6	98	3400	2	Сталь 35
7	72	3200	2	Сталь 35
8	72	5400	2	Сталь 35
9	72	6800	2,5	Сталь Ст. 3
10	48	5800	2,5	Сталь 45
11	48	8700	2,5	Сталь 45
12	48	10900	2,5	Сталь Ст. 3
13	35	12200	2,5	Сталь Ст. 3
14	35	20000	2	Сталь 45
15	35	26000	2	Сталь 35
16	25	30000	2	Сталь Ст. 3
17	25	44000	2	Сталь 45
18	25	56000	2	Сталь 45
19	18	54000	2	Сталь Ст. 3
20	18	80000	2	Сталь 45
21	18	970	2,6	Сталь 35
22	12	1040	2,6	Сталь Ст. 3
23	12	1390	2,6	Сталь 45
24	12	2000	2,6	Сталь 45
25	9	2000	2,6	Сталь 35
26	9	3200	2,4	Сталь 35
27	9	4100	2,4	Сталь Ст. 3
28	6	3540	2,4	Сталь Ст. 3
29	6	5800	2,4	Сталь 35
30	6	8500	2,4	Сталь 45

Таблиця 3.4 – Завдання на розрахунок пружних втулочно-пальцевих муфт (МПВП)

№ завдан-ня	Передана потужність N , Вт	Кутова швидкість вала ω , рад/с	Коефіцієнт динамічності k	Допустиме напруження матеріалу вала на кручення $[\tau]_к$, МПа
1	2000	100	1,4	35
2	2000	120	1,5	25
3	3200	80	1,3	33
4	3200	92	1,4	35
5	4000	75	1,5	30
6	5000	75	1,5	24
7	6400	50	1,25	32
8	6400	40	1,4	27
9	8000	40	1,35	20
10	10000	50	1,5	24
11	12000	40	1,4	29
12	15000	35	1,45	23
13	16000	30	1,3	28
14	16000	25	1,5	25
15	18000	30	1,4	20
16	20000	20	1,5	25
17	25000	18	1,25	22
18	30000	15	1,4	22
19	32000	14	1,5	25
20	35000	12,5	1,4	23
21	40000	10	1,45	25
22	50000	10	1,4	35
23	55000	9	1,3	25
24	60000	6	1,4	32
25	75000	7	1,25	35
26	80000	8	1,5	25
27	80000	20	1,4	34
28	70000	25	1,3	34
29	50000	35	1,3	30
30	30000	60	1,3	30

Таблиця 3.5 – Завдання на розрахунок втулкових муфт із штифтами

№ завдання	Передана потужність N , Вт	Кутова швидкість вала ω , рад/с	Коефіцієнт динамічності k	Допустиме напруження матеріалу вала на кручення $[\tau]_к$, МПа	Число штифтів z
1	160	50	1,25	23	1
2	250	20	2,0	35	1
3	260	55	1,5	22	1
4	475	5	2,8	24	2
5	550	8	1,6	36	2
6	600	50	2,5	28	1
7	600	40	3,0	32	1
8	860	100	1,75	30	1
9	1300	5	2	30	2
10	1680	40	1,2	28	1
11	1710	3	1,75	25	2
12	2000	30	2,0	25	1
13	2500	25	2,4	30	2
14	4700	12	1,5	28	2
15	7500	10	1,6	20	2
16	1050	15	1,8	30	1
17	10900	25	1,4	22	1
18	12000	21	1,45	32	2
19	12600	30	1,5	30	1
20	13500	28	1,9	35	2
21	15000	42	2,0	28	1
22	18500	33,5	1,3	30	2
23	20000	26,2	1,3	20	2
24	22000	42	2,2	34	2
25	28000	45	1,5	25	1
26	30000	40	1,5	27	2
27	32000	48	1,4	25	1
28	35000	52,4	1,7	30	2
29	45000	52,4	1,5	24	2
30	25000	50	1,25	31	1

4. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Для чого призначені механічні муфти?
2. Дайте коротку класифікацію муфт за принципом дії.
3. Які муфти називають нерухливими?
4. У чому полягають переваги й недоліки втулкової і фланцевої муфт?
5. Які муфти називають компенсуючими?
6. Як улаштована зубчаста муфта? Які зсуви валів вона компенсує?
7. Які види пружних муфт вам відомі?
8. Які переваги і недоліки пружних муфт?
9. Як улаштована й працює втулично-пальцева муфта?
10. Які функції виконують зчіпні муфти?
11. Як улаштовані керовані кулачкові й зубчасті муфти?
12. Як розрізняють види зчіпних фрикційних муфт?
13. Чому переважне застосування серед фрикційних муфт мають багатодискові муфти?
14. Як розрізняють автоматичні муфти?
15. У яких випадках застосовують запобіжні муфти?
16. Як підрозділяють запобіжні муфти за принципом дії?
17. З якою метою в приводах застосовують відцентрові муфти? Як вони влаштовані?
18. Як улаштовані обгінні муфти, де їх застосовують?
19. Яка допоміжна функція запобіжних муфт в приводі?
20. Принцип роботи запобіжних муфт?
21. Які існують види похибок взаємного розміщення валів?
22. Які муфти не можуть функціонувати на великих швидкостях? Чому?

23. У чому основна відмінність кулачкової запобіжної муфти від кулькової запобіжної муфти?

24. Яка з фрикційних запобіжних муфт застосовується при великих навантаженнях?

25. У якому випадку відбувається автоматичне відновлення зчеплення в кулачковій та кульковій муфтах?

26. За рахунок якого фактора здійснюється передача моменту у фрикційних муфтах?

27. Які металеві пружні елементи застосовують в муфтах?

28. Які неметалеві пружні елементи застосовують в муфтах?

29. Муфти комбіновані. Призначення комбінувань муфт.

30. Умови випробування муфт?

5. ТЕСТИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

(укажіть номер правильної відповіді)

1. У деталях машин муфтами називають пристрої, призначені для з'єднання деталей машин, зв'язаних загальними...

- а) розмірами;
- б) призначенням;
- в) обертальним моментом.

2. Муфти, які використовують для включення й вимикання робочої машини при безупинно працюючому двигуні, називають...

- а) що компенсують;
- б) керованими;
- в) запобіжними.

3. Глухі жорсткі й пружні муфти відносяться до...

- а) самокерованих;

- б) керованих;
 - в) некерованих.
4. Кулачкові й фрикційні муфти відносяться до...
- а) керованих;
 - б) некерованих;
 - в) самокерованих.
5. Основною характеристикою муфти є величина...
- а) обертаючого моменту;
 - б) діаметра валів, що з'єднуються;
 - в) неспіввісності валів, що з'єднуються.
6. Втулкова й фланцева муфти відносяться до...
- а) пружних;
 - б) жорстких;
 - в) глухих.
7. Зубчасті й ланцюгові муфти відносяться до...
- а) глухих;
 - б) жорстких;
 - в) пружних.
8. Муфти з торовою оболонкою й втулочно-пальцева муфта відносяться до...
- а) глухих;
 - б) жорстких;
 - в) пружних.
9. Зубчаста муфта розраховується за умовою...
- а) жорсткості;
 - б) зносостійкості;
 - в) міцності.
10. Ланцюгова муфта розраховується по...

- а) міцності зубів ланцюга;
- б) коефіцієнту запасу міцності ланцюга;
- в) зносостійкості.

11. Плаваюча кулачково-дискова муфта типу Ольдгейма відноситься до муфт...

- а) жорстких;
- б) пружних;
- в) глухих.

12. Гумові кільця муфти пружної втулично-пальцевої розраховуються по напругах...

- а) стиску;
- б) зрізу;
- в) зминання.

13. Пальці муфти пружної втулично-пальцевої розраховуються по напругах...

- а) вигину;
- б) зминання;
- в) зрізу.

14. Плаваюча кулачково-дискова муфта типу Ольдгейма розраховується по напругах...

- а) зрізу;
- б) зминання;
- в) вигину.

15. Муфта з торовою оболонкою розраховується по напругах...

- а) зминання;
- б) зрізу;
- в) вигину.

16. Муфта пружна втулично-пальцева допускає кутовий зсув (скручування) валів, що з'єднуються, відносно один одного в межах...

- а) 1 градус;
- б) 2 градуси;
- в) 3 градуси.

17. Муфта з торовою оболонкою допускає кутовий зсув (скручування) валів, що з'єднуються, відносно один одного в межах ...

- а) 2 градуса;
- б) 3 градуса;
- в) 4 градуса.

18. Найбільшими компенсаційними властивостями володіє муфта...

- а) втулично-пальцева;
- б) з торовою оболонкою;
- в) типу Ольдгейма.

19. Найбільші втрати на тертя серед глухих муфт спостерігаються в муфті...

- а) ланцюгової;
- б) типу Ольдгейма;
- в) з торовою оболонкою.

20. Область застосування кулачкових муфт обмежується...

- а) розміром кулачків;
- б) числом кулачків;
- в) різницею окружних швидкостей кулачків напівмуфт.

21. Кулачки муфти розраховуються по напругах...

- а) зрізу й вигину;
- б) зминання й зрізу;

в) зминання й вигину.

22. Щоб забезпечувалося самогальмування й не було потрібно великого зусилля при відводці напівмуфти кут скосу кулачків дорівнює

а) 8 – 11 градусів;

б) 5 – 8 градусів;

в) 2 – 5 градусів.

23. У фрикційній муфті значення сили стиску дисків обмежено...

а) тиском, що допускається;

б) числом дисків;

в) числом включень.

24. Перевагою фрикційної конусної муфти є...

а) великі обертаючі моменти;

б) простота пристрою;

в) нечутливість до перекосів валів.

25. Кут нахилу поверхні тертя конусної фрикційної муфти до її осі повинен бути, виходячи з умови не заклинювання, не менше ...

а) 10 градусів;

б) 15 градусів;

в) 20 градусів.

26. Назвіть матеріали (без уточнення марки) для виготовлення кулачково-дисккових муфт

а) чавун;

б) сталь;

в) бронза.

27. Чи змінюють за допомогою муфти кутову швидкість одного вала щодо іншого

- а) так;
- б) ні;
- в) в деяких випадках.

28. Перелічіть муфти, що компенсують

- а) фланцеві;
- б) кулачкові;
- в) фрикційні.

29. Які муфти можна включати на ходу при обертанні провідного вала з великою кутовою швидкістю?

- а) кулачкові;
- б) фрикційні;
- в) зубчасті.

30. Чи змінюють за допомогою муфти кутову швидкість одного вала щодо іншого?

- а) змінюють;
- б) ні;
- в) у деяких випадках.

31. За допомогою якої муфти з'єднують частини складеного вала?

- а) глухої;
- б) що компенсують;
- в) рухливої.

32. Яка муфта з названих відноситься до універсальних?

- а) мембранна;
- б) кулачкова;
- в) зубчаста.

33. Які муфти застосовують для з'єднання валів із неточно сполученими осями?

- а) глухі;
- б) що компенсують;
- в) рухливі.

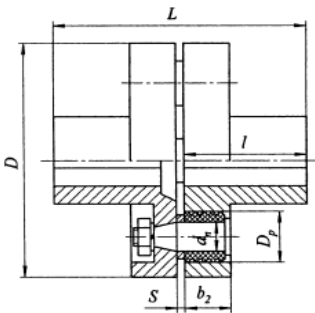
34. Які муфти допускають часті й при необхідності досить плавні пуски й зупинки?

- а) пружні;
- б) керовані зчіпні муфти;
- в) рухливі.

35. Яка муфта призначена для з'єднання валів з поперечним зсувом осей?

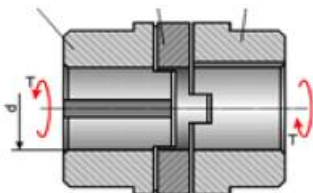
- а) зубчаста;
- б) ланцюгова;
- в) кулачково-дискова.

36. Яка муфта представлена на рисунку?



- а) фланцева;
- б) що компенсує;
- в) втулкова.

37. Назвіть тип муфти, зображеної на рисунку:

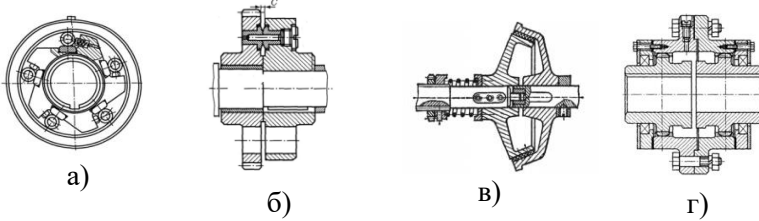


- а) муфта втулкова;
- б) муфта фланцева;
- в) муфта кулачково-дискова (хрестова);
- г) муфта фрикційна.

38. Зчіпні самокеровані муфти діють (можливі кілька варіантів правильних відповідей):

- а) по напрямку обертання;
- б) по крутному моменту;
- в) по швидкості обертання;
- г) за часом роботи.

39. На представлених рисунках укажіть жорстку муфту, що компенсує:



40. Якщо з'єднуються вали, що, мають відхилення від співвісності, то застосовують (можливі кілька варіантів правильних відповідей):

- а) втулкові муфти;
- б) поздовжньо-з'єднувальні муфти;
- в) фланцеві муфти;
- г) шарнірні муфти;
- д) ланцюгова муфта.

41. Зчіпна фрикційна муфта служить для (можливі кілька варіантів правильних відповідей):

а) передачі обертаючих моментів, коли плавність включення є обов'язковою;

б) передачі обертаючого моменту за рахунок сил тертя на робочих поверхнях, створюваних притисненням робочих поверхонь;

в) компенсації різної твердості валів;

г) з'єднання валів під кутом;

д) здійснення реверса механізму.

42. Дана умовна позначка  застосовна до:

- а) глухих муфт;
- б) муфт без позначення типу;
- в) пружних муфт;
- г) фрикційних муфт.

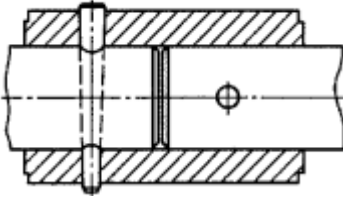
43. Напівмуфти поздовжньо-з'єднувальної муфти виготовляють із (можливі кілька варіантів правильних відповідей):

- а) конструкційних сталей;
- б) легованих сталей;
- в) ливарних сталей;
- г) чавунів.

44. Хрестово-шарнірна муфта призначена для компенсації:

- а) радіального зсуву;
- б) взаємного нахилу тільки до 2° ;
- в) незначних осьових переміщень;
- г) взаємного кутового зсуву до 40° .

45. Вказати основне призначення зображеної муфти

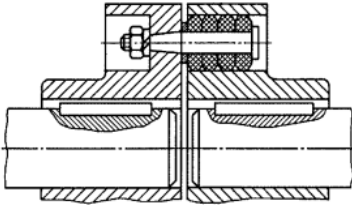


- а) з'єднання валів із радіальним зсувом;
- б) з'єднання валів із осьовим зміщенням;
- в) жорстке постійне з'єднання валів без зміщення;
- г) з'єднання валів із кутовим зміщенням.

46. Яку муфту слід використовувати, якщо в процесі роботи потрібно періодичне вимикати механізм при певній кутовій швидкості?

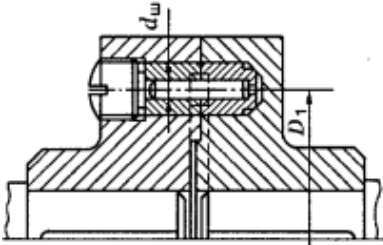
- а) пружну компенсуючу;
- б) зчіпну керовану;
- в) зчіпну відцентрову;
- г) запобіжну.

47. Вказати основний недолік зображеної муфти:



- а) передає малі обертаючі моменти;
- б) складність конструкції;
- в) необхідність періодичних регулювань;
- г) мала піддатливість і значний знос втулок.

48. Вибрати формулу для розрахунку потрібного діаметра штифта для запобіжної муфти, якщо відомий номінальний момент, що передається T ; діаметр розташування штифтів D_1 ; z – число штифтів; τ_{σ} – межа міцності при зрізі; $[\tau]_{зр}$ – допустиме напруження зрізу.



$$\text{а) } d_{ум} = \sqrt{\frac{8T_{пред} \cdot K}{\pi \cdot \tau_{\sigma} \cdot z \cdot D_1}};$$

$$\text{б) } d_{ум} = \sqrt{\frac{8T}{\pi \cdot \tau_{\sigma} \cdot z \cdot D_1}};$$

$$\text{в) } d_{ум} = \sqrt{\frac{8T_{пред}}{\pi \cdot [\tau]_{зр} \cdot z \cdot D_1}};$$

$$\text{г) } d_{ум} = \sqrt{\frac{8T_{пред}}{[\tau]_{зр} \cdot l \cdot D_1}}.$$

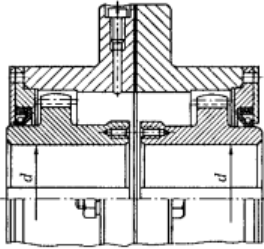
49. Яке основне призначення жорстких компенсуючих муфт?

- а) забезпечити з'єднання валів із незначною різницею кутових швидкостей;
- б) з'єднувати співвісні вали без перекосу;
- в) поглинати енергію ударів і вібрацій;
- г) з'єднувати вали із незначним радіальними, осьовими і кутовими зсувами.

50. Яку муфту слід використовувати, якщо при роботі механізму виникають періодичні поштовхи і вібрації?

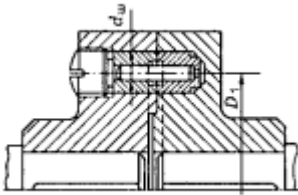
- а) жорстку компенсуючу;
- б) пружну компенсуючу;
- в) зчіпну керовану.

51. Вказати основний недолік зображеної муфти:



- а) великі габаритні розміри;
- б) складність конструкції;
- в) значний знос зубів внаслідок перекосу осей втулок щодо обойм.

52. Визначити розрахунковий руйнівний момент для запобіжної муфти із зрізним штифтом, якщо передавальний крутний момент 68 Н·м; муфта працює при змінному навантаженні; коефіцієнт режиму роботи 2.



- а) 119 Н·м;
- б) 136 Н·м;
- в) 74,8 Н·м;
- г) 170 Н·м

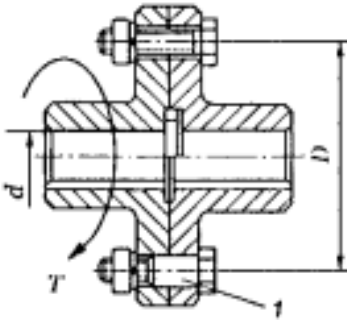
53. Вказати основне призначення пружних муфт:

- а) оберігати двигун від перевантажень;
- б) необоротно поглинати енергію поштовхів і вібрацій;
- в) з'єднувати вали із значними перекосами;
- г) плавно включати і вимикати передачі при перекосі.

54. Яку муфту з перерахованих варто вибрати, якщо необхідно оберігати двигун при часто повторюваних перевантаженнях?

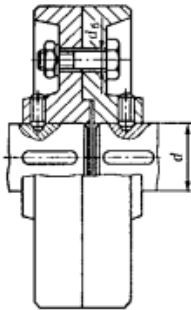
- а) пружну втулично-пальцеву;
- б) зубчасту компенсуючу;
- в) багатодискову фрикційну;
- г) запобіжну зі зрізним штифтом.

55. За якою формулою можна розрахувати на міцність болт 1, поставленого без зазору під фланцевою муфтою (z – число болтів)



- а) $\frac{T}{W_p} \leq [\tau_k]$;
- б) $\frac{2T_p}{D \cdot z \cdot A_c} \leq [\tau_c]$;
- в) $\frac{M_i}{W_{oc}} \leq [\sigma_s]$;
- г) $\frac{2T_p}{D \cdot z \cdot f \cdot A_p} \leq [\sigma]$.

56. Вказати основний недолік зображеної муфти:

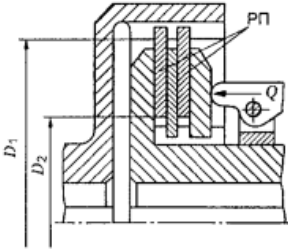


- а) обмежена здатність навантаження;
- б) складність конструкції;
- в) вимоги строгій співвісності валів і перпендикулярності фланців;
- г) необхідність значного осьового зсуву при установці.

57. Визначити розрахунковий крутний момент для жорсткої фланцевої муфти, якщо номінальний обертовий момент механізму 45 Н·м; навантаження спокійне постійне; коефіцієнт режиму 1,5; коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження між болтами 1,2.

- а) 54 Н·м;
- б) 67,5 Н·м;
- в) 81 Н·м;
- г) 101,5 Н·м.

58. За якою формулою можна розрахувати момент тертя в зображеній муфті (РП – робочі поверхні муфти), якщо відомі матеріали дисків; розміри робочих поверхонь муфти D_1 і D_2 ; коефіцієнт тертя f ; зусилля пружини Q :



а) $M_{mp} = 4 \cdot f \cdot Q \frac{D_1 + D_2}{2}$;

б) $M_{mp} = f \cdot Q \cdot R_{cp}$;

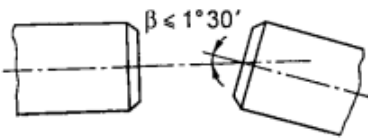
в) $M_{mp} = f \cdot Q \cdot D_{cp}$;

г) $M_{mp} = Q \frac{D_1 + D_2}{2}$.

59. Вказати основне призначення зчіпних керованих муфт:

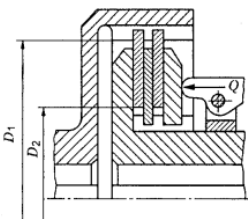
- а) поглинати поштовхи і вібрації;
- б) оберігати від перевантажень;
- в) автоматичне зчеплення і розчеплення валів при перевищенні частоти обертання;
- г) швидко з'єднувати і роз'єднувати при необхідності обертів або нерухомих валів.

60. Яку муфту вибрати, якщо необхідно з'єднувати вали з перекосами:



- а) кулачкову;
- б) втулочно-пальцеву;
- в) зубчасту;
- г) фланцеву.

61. Яке основне достоїнство зображеної муфти:

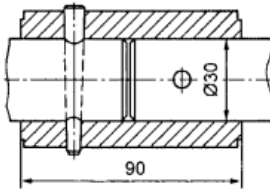


- а) простота конструкції;
- б) здатність компенсувати незначні зміщення;
- в) поява осьової сили Q ;
- г) плавне зчеплення валів під навантаженням.

62. За якими параметрами (T_p – розрахунковий момент; T – переданий момент; n – частота обертання; d – діаметр валу; D – зовнішній діаметр муфти) підбирають стандартні та нормалізовані муфти:

- а) по T ; n ;
- б) по T ; n ; d ;
- в) по T_p ; D ;
- г) по T_p ; d .

63. Визначити необхідний діаметр штифта для жорсткої втулкової муфти, якщо переданий момент 90 Н·м; навантаження постійне з короткочасними перевантаженнями, $K = 1,2$; допустимі напруження для матеріалу штифтів $[\sigma] = 160$ МПа; $[\tau_{зр}] = 75$ МПа; $[\sigma_{см}] = 200$ МПа.

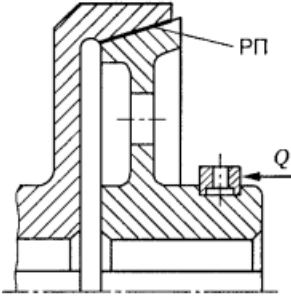


- а) 6 мм;
- б) 8 мм;
- в) 10,5 мм;
- г) 161 мм

64. Визначити розрахункове навантаження для зрізувального штифта в муфті, якщо муфта працює при постійному навантаженні з незначними поштовхами; коефіцієнт режиму 1,15; діаметр розташування штифта $D_1 = 99$ мм; переданий механізмом момент 90 Н·м; $z = 1$

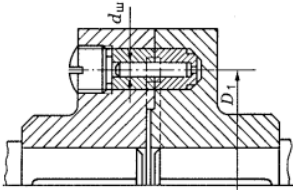
- а) 130,6 Н;
- б) 1306,8 Н;
- в) 2090 Н;
- г) 2614 Н.

65. Вказати основне призначення зображеної муфти:



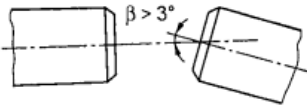
- а) пом'якшення поштовхів і вібрацій;
- б) плавне зчеплення валів під навантаженням на ходу;
- в) з'єднання валів у механізмах, де важко забезпечити співвісність;
- г) з'єднання валів із незначними осьовими зсувами.

66. Вказати основний недолік зображеної муфти



- а) шум і вібрації при роботі;
- б) складність конструкції;
- в) вимоги високої точності при обробці деталей;
- г) зупинка машини для заміни зламаних елементів.

67. Яку з перерахованих муфт можна використовувати для з'єднання валів, встановлених під кутом один до одного?



- а) пружну втулочно-пальцеву;
- б) зубчасту компенсуючу;
- в) шарнірну;
- г) багатодискову фрикційну.

68. Що враховує коефіцієнт k у формулі для стандартних муфт $T_p = k \cdot T$?

- а) тип механізму та режим роботи;
- б) можливий кутовий зсув валів;
- в) нерівномірний розподіл навантаження між деталями;
- г) розташування механізму в просторі.

6. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Підібрати пружну втулочно-пальцеву муфту та перевірити міцність її пальців і гумових втулок. Муфта з'єднає вал електродвигуна АІР160S4У3 з валом редуктора ланцюгового конвеєра: передана потужність $P = 15$ кВт; частота обертання валу електродвигуна $n = 1465$ хв⁻¹; $[\sigma]_{см} = 1,8 \dots$ МПа (допустиме напруження зминання для гуми).

2. Порівняйте діаметри болтів фланцевої муфти двох виконань: виконання I – болт поставлений у отвір без зазору; виконання II – болт поставлений у отвір із зазором. Переданий крутний момент $T = 1000$ Н·м; число болтів $z = 6$; $D = 220$ мм; $D_6 = 220$ мм; $h = 8$ мм, коефіцієнт тертя по стику фланців $f = 0,2$; допустимі напруження: $[\sigma]_{см} = 160$ Н/мм²; $[\tau]_{сп} = 80$ Н/мм².

3. Підібрати типорозмір ланцюгової муфти, що з'єднає вал редуктора з приводним валом стрічкового конвеєра: потужність електродвигуна $P = 15$ кВт при частоті обертання валу $n = 1465$ хв⁻¹; загальне передавальне число приводу $u = 30$ та загальний ККД $\eta = 0,83$.

7. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. Підручник. – Львів.: Вища школа, 2003. – 553 с.
2. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высшая школа, 2000.
3. Решетов Д.Н. Детали машин. – М.: Высшая школа, 1989. – 496 с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя.: В 3-т. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.
5. Детали машин: Атлас конструкций: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов.: В 2-х ч. / Б.А. Байков, В.Н. Богачев, А.В. Буланже и др.: Под ред. Д.Н. Решетова. – М.: Машиностроение, 1992. – 352 с.
6. Ряховский О.А. Иванов С.С. Справочник по муфтам. – Л.: Политехника, 1991. – 384 с.
7. Цехнович Л.И., Петриченко И.П. Атлас конструкций редукторов.: Учеб. пособие – К.: Вища шк., 1990. – 151 с.