

Міністерство освіти і науки України

Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

ДЕТАЛІ МАШИН

Сполучні муфти:

довідковий посібник

для студентів спеціальностей: 131, 133

Краматорськ

ДДМА

2019

Деталі машин : Сполучні муфти: довідковий посібник /
С. Г. Карнаух, М. Г. Таровик. – Краматорськ : ДДМА, 2019. – 35 с.

Приведені рекомендації по вибору пружних, жорстких компенсуючих і шарнірних муфт. Дана методика перевірочних розрахунків муфт. Містяться необхідні довідкові дані по пружних втулково-пальцевих муфтах, муфтам з тороподібною пружною оболонкою, муфтам з гумовою зірочкою, а також зубчастим, ланцюговим і малогабаритним шарнірним муфтам.

Укладачі:

С. Г. Карнаух, доц.;
М. Г. Таровик, асист.,

Відп. за випуск

С. Г. Карнаух, доц.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ПРУЖНІ МУФТИ.....	6
1.1 Муфта пружна втулково-пальцева (МПВП).....	7
1.1.1 Конструкція і характеристики МПВП.....	7
1.1.2 Вибір МПВП.....	8
1.1.3 Перевірочні розрахунки МПВП.....	11
1.2 Муфта пружна із зірочкою.....	12
1.2.1 Конструкція і характеристики муфти із зірочкою	12
1.2.2. Вибір муфти пружної із зірочкою.....	13
1.1.3 Перевірочні розрахунки муфти із зірочкою.....	15
1.3 Муфта пружна з тороподібною оболонкою	16
1.3.1 Конструкція і характеристики муфти з тороподібною оболонкою	16
1.3.2. Вибір муфти пружної з тороподібною оболонкою	17
1.3.3. Перевірочний розрахунок муфти з тороподібною оболонкою.....	19
2 ЖОРСТКІ КОМПЕСУЮЧІ МУФТИ.....	20
2.1 Зубчаста муфта.....	20
2.1.1 Конструкція і характеристики зубчастої муфти.....	20
2.1.2 Вибір зубчастої муфти	22
2.1.3 Перевірочний розрахунок зубчастої муфти.....	24
2.2 Ланцюгова муфта.....	24
2.2.1 Конструкція і характеристики ланцюгової муфти	24
2.2.2 Вибір ланцюгової муфти.....	25
2.2.3 Перевірочний розрахунок ланцюгової муфти	28
2.3 Шарнірна муфта.....	28
2.3.1 Конструкція і характеристики шарнірної муфти	28
2.3.2 Вибір шарнірної муфти	30
2.3.3 Перевірочний розрахунок шарнірної муфти.....	33
ПЕРЕЛІК ДОДАТКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	34

ВСТУП

Муфти – пристрої (вузли і механізми), які служать для з'єднання хвостовиків валів при передаванні обертального моменту, наприклад, вали двигуна і редуктора, редуктора і виконавчого механізму (рис. 1). При цьому параметри руху, як правило, не змінюються, оскільки передаточне число муфти $u = 1$.

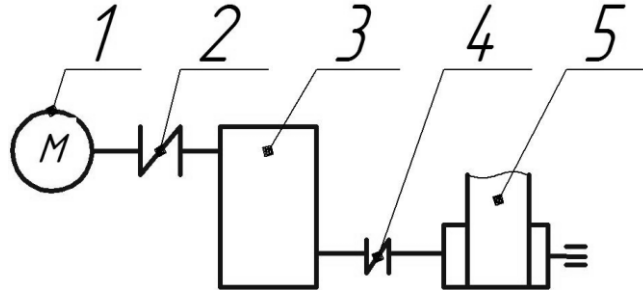
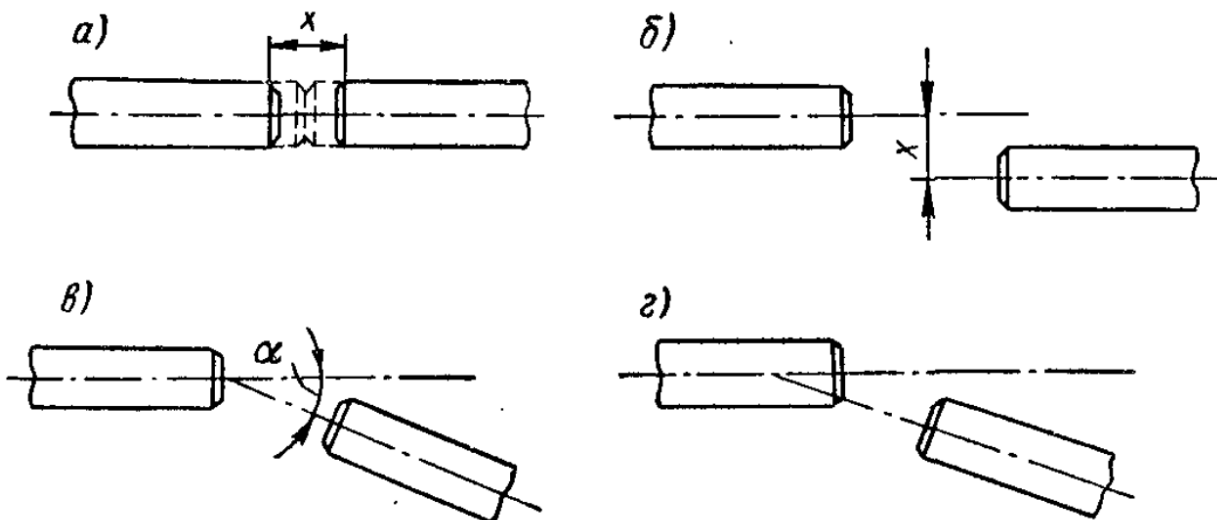


Рисунок 1 – Схема привода стрічкового конвеєра

У зображеному приводі використано дві муфти: швидкохідна муфта 2 з'єднує вали електродвигуна 1 та редуктора 3; тихохідна муфта 4 з'єднує вихідний вал редуктора з валом барабана 5.

Компенсуючі муфти утворюють окрему групу і використовуються для з'єднання валів, що мають незначні осьові, радіальні і кутові зміщення. Компенсуючі жорсткі муфти не пом'якшують поштовхів, а пружні пом'якшують удари і крутильні коливання за рахунок деформації пружних елементів, що передають крутний момент.



а) осьове; б) радіальне; в) кутове - перекіс осей валів; г) різні комбінації цих зміщень

Рисунок 2 – Можливі зміщення осей валів, що сполучаються

Досягнення строгої співісної валів пов'язане зі значною трудомісткістю і не завжди виправдане, а в окремих випадках і важко здійсненне. Неспівпадання осей валів обумовлюється відхиленнями на виготовлення деталей та збирання вузлів машин і призначаються залежно від характеру роботи. Далі будь-яка точність, досягнута при збиранні, в процесі роботи може бути порушена внаслідок вібрацій і деформацій валів і основи під навантаженням, осадки фундаменту, зміни температури і інших причин. З'єднання таких валів глухими муфтами неминуче призводить до виникнення значних додаткових навантажень на вали і опори, погіршенню роботи з'єднання, аж до виходу його з ладу.

На рис.2 показане з'єднання зміщених валів компенсуючою муфтою. Компенсуючі муфти значно зменшують додаткові навантаження на вали і опори. Чим менше додаткові навантаження, тим надійніше робота муфти і вузлів, що сполучаються. За цією ознакою повинна оцінюватися перевага тієї або іншої конструкції муфти. Застосування компенсуючих муфт не звільняє від необхідності точного виготовлення деталей і ретельного збирання вузлів.

Муфти, що мають широке поширення стандартизовані. Основними характеристиками муфти є момент, на передачу якого муфта розрахована, і діаметри валів, що сполучаються.

Напівмуфти виготовляються з циліндричними розточуваннями (тип 1) і конічними розточуваннями (тип 2) двох виконань : на довгі та короткі кінці валів. Допускається з'єднання напівмуфт різних типів в різних виконаннях з різними діаметрами посадочних отворів для одного значення крутного моменту.

При постійному напрямі обертання і помірно навантажених валах ($\tau \leq 15 \text{ МПа}$) напівмуфти саджають на гладкі циліндричні кінці валів по перехідних посадках типу H7/k6, H7/m6. При реверсивній роботі, а також при сильно навантажених валах ($\tau > 15 \text{ МПа}$) застосовують посадку H7/n6.

Установку напівмуфт на циліндричні шліцьові кінці валів застосовують, якщо при розрахунку шпонкового з'єднання довжина посадочного отвору більше $1,5d$ (d - діаметр валу). Посадку по центруючому зовнішньому діаметру D приймають H7/js6.

Установка напівмуфт на циліндричні кінці валів з натягом і їх зняття викликають затруднення, які не виникають на конусних кінцях. Затягуванням напівмуфт на конусні кінці валів можна створити значний натяг в з'єднанні і забезпечити точне радіальне і кутове положення напівмуфти відносно валу. Тому при великих навантаженнях, роботі з поштовхами, ударами і при реверсивній роботі бажано напівмуфти встановлювати на конусні кінці валів, незважаючи на більшу складність їх виготовлення.

1 ПРУЖНІ МУФТИ

Пружні муфти характеризуються наявністю пружного елемента (одного або декількох), за рахунок деформації якого здійснюється взаємне переміщення деталей муфти, необхідних для компенсації зміщення осей ведучого і веденого валів.

Пружні муфти мають наступні властивості:

1. Пружні муфти допускають порівняно великі зміщення осей валів, що сполучаються. При цьому, завдяки деформації пружного елемента, вали і опори навантажуються порівняно малими силами і моментами.

2. Пружні муфти можуть служити засобом захисту від резонансних крутильних коливань, що виникають в механізмі внаслідок нерівномірності обертання.

3. Здатність пом'якшувати поштовхи і удари. Кінетична енергія удару при цьому частково поглинається і переходить в тепло, частково акумулюється пружними елементами, перетворюючись на потенційну енергію деформації.

Основною характеристикою пружних муфт, у зв'язку з їх призначенням – передавати обертальний рух, є крутний момент. Основними показниками конструкцій муфт є габарити, маса і момент інерції відносно осі обертання. Крім того, пружні муфти характеризуються податливістю і демпфуючою здатністю.

Пружні муфти бувають постійної і змінної жорсткості, тобто мають лінійну і нелінійну характеристику – залежність величини моменту від кута закручування.

Під демпфуючою здатністю муфти розуміють її здатність розсіювати (перетворювати на тепло) енергію при деформації.

Існують велика кількість пружних муфт різних конструкцій. Залежно від матеріалу пружних елементів муфти ділять на дві групи:

- муфти з неметалевими пружними елементами;
- муфти з металевими пружними елементами.

Основним матеріалом неметалевих пружних елементів служить гума, оскільки вона має високу еластичність, демпфуючу здатність і діелектричні властивості. Через низьку міцність гум і пластмас в порівнянні з металами ці муфти застосовують переважно для передачі малих і середніх крутних моментів. Довговічність гумових елементів нижча, ніж сталевих. Гума поступово втрачає свої пружні властивості – старіє.

Металеві пружні елементи виготовляють у вигляді гвинтових і плоских пружин, сталевих пружинних стрижнів, пакетів пластин.

Найширше застосовуються пружні втулково-пальцеві муфти, муфти з пружним елементом у вигляді зірочки, муфти з тороподібною оболонкою, муфти з резинометалічним пружним елементом.

1.1 Муфта пружна втулково-пальцева (МПВП)

1.1.1 Конструкція і характеристики МПВП

Муфти пружні втулково-пальцеві (МПВП) отримали широке поширення завдяки відносній простоті конструкції і зручності заміни пружних елементів. Проте їх характеризує невисока компенсуюча здатність, а при з'єднанні неспівісних валів – досить велика силова дія на вали і опори, при цьому гумові втулки швидко руйнуються. МПВП також здатна амортизувати поштовхи і удари, демпфувати невеликі коливання і попереджати резонанс.

МПВП стандартизовані для валів діаметром від 10 до 160 мм і крутних моментів до 16000 Н·м

Пружні властивості муфти забезпечуються за рахунок втулок, здатних деформуватися під дією передаваного крутного моменту Т.

Оскільки муфти цього типу мають велику радіальну і кутову жорсткість, їх застосування доцільне при установці вузлів, що сполучаються, на плитах (рамах) великої жорсткості. Крім того, збирання вузлів необхідно робити з підвищеною точністю і з застосуванням спеціальних підкладок.

Муфта представлена на рис. 3, 4. У фланці напівмуфти 1 конічними хвостовиками закріплені пальці 2, на які надіті гумові втулки 3. Втулки входять в отвори, розташовані у фланці напівмуфти 4. Отвори під вал в маточинах напівмуфт розточуються циліндричними або конічними (всього передбачено чотири виконання на різні довжини кінців валів).

Матеріали напівмуфт – сірий чавун СЧ- 20, сталь 30, сталь 30Л. Матеріал пальців – сталь 45 з твердістю 241...285 НВ, а втулок – гума з межею витривалості не менше 8 МПа.

Втрати енергії при роботі МУВП оцінюються ККД 0,96..0,98.

Якщо необхідно зменшити розміри муфти в порівнянні з розмірами за стандартом, проектують спеціальну муфту, в якій розміщують більше число пружних елементів.

При цьому пальці і кільця залишають стандартними, розміщуючи їх так, щоб було виконано умову

$$z \cdot d_o \leq 2,8D_o,$$

де z – число пальців;

d_o – діаметр отвору під пружний елемент, мм;

D_o – діаметр кола розташування пальців (рис. 4), мм.

Зовнішній діаметр муфти

$$D = D_o + (1,5...1,6)d_o.$$

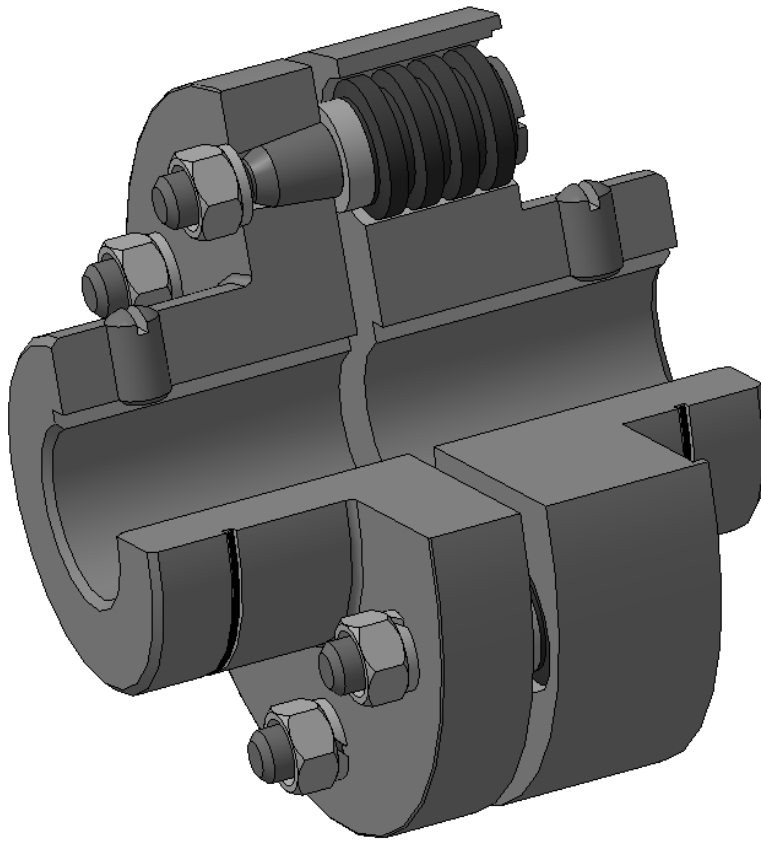


Рисунок 3 - Муфта пружна втулково-пальцева в розрізі

1.1.2 Вибір МУВП

На роботу муфти істотний вплив чинять величина, інтенсивність і характер динамічних навантажень (ударів, вібрацій), обумовлених характером машини, що приводиться в рух. Тому вибір і розрахунки муфти ведуть не по номінальному значенню обертового моменту T , а по розрахунковому T_p .

$$T_p = T \cdot K_{пер} \leq [T], n \leq n_{гран},$$

де T_p, T – обертальний момент відповідно розрахунковий і номінальний;

$K_{пер}$ – коефіцієнт перевантаження, який вибирається або розраховується з урахуванням кінематичної схеми приводу і рекомендацій.

$[T]$ – допустимий обертальний момент для визначеного типорозміру муфти;

$n, n_{гран}$ – частота обертання муфти номінальна та гранично допустима відповідно.

Також необхідно, щоб діаметр отвору в маточині напівмуфти d (таблиця 1.1) був не менше діаметру валу d_g на який одягається муфта ($d \geq d_g$).

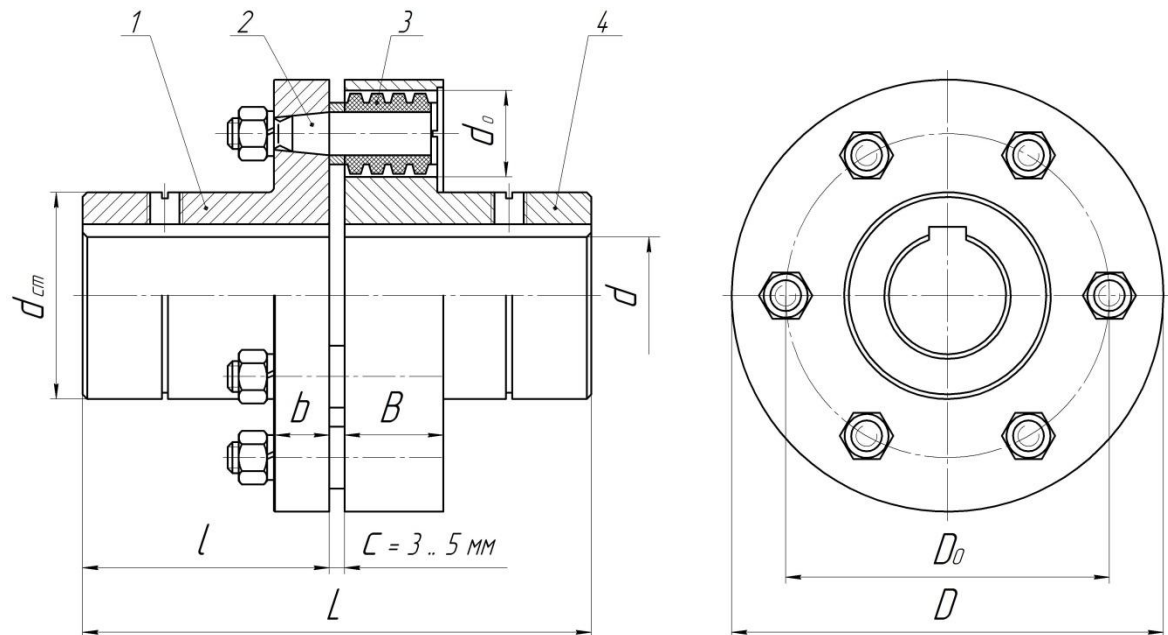


Рисунок 4 - Муфта пружна втулково-пальцева

Таблиця 1.1 - Розміри і параметри муфти МПВП

Момент [Т], Нм	Отвір		Габаритні розміри		D ₀	d ₀	b	B	d _{ст}	Число пальців z	Зміщення осей валів, не більше	
	d	l	L	D							радіа- льне	куто- ве
31,5	16; 18; 19	28	60	90	62	20	12	20	32	4	0,2	1°30'
63	20; 22; 24	36	76	100	72	20	12	20	40	6		
125	25; 28	42	89	120	84	28	18	32	50	4	0,3	1°
	30	58	121						56			
250	32; 35; 36; 38	58	121	140	105	28	18	32	67	6		
	40; 42; 45	82	169						72			
500	40; 42; 45	82	169	170	130	28	18	32	80	8		
710	45; 48; 50; 55; 56	82	170	190	140	36	24	40	95	8	0,4	
1000	50; 55; 56	82	170	220	170	36	24	40	100	10		
	60; 63; 65; 70	105	216						120			

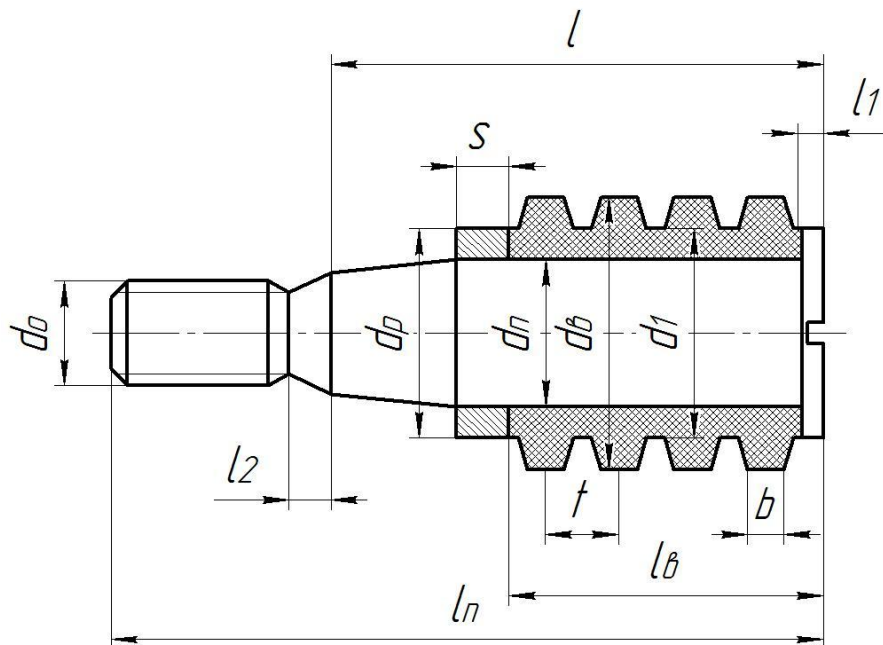


Рисунок 5 - Палець з втулками муфти МПВП

Таблиця 1.2 - Розміри пальців і втулок муфти МПВП

Момент [Т], Нм	Пальці						Втулка пружна					Втулка розпірна	
	d _п	d ₀	l _п	l	l ₁	l ₂	d _в	l _в	d ₁	t	b	d _р	s
31,5	10	M8	42	28	2	2	19	15	14	5	2,5	14	4
63	10	M8	42	28	2	2	19	15	14	5	2,5	14	4
125	14	M10	63	45	2	2,5	27	28	20	7	3,5	20	5
250	14	M10	63	45	2	2,5	27	28	20	7	3,5	20	5
500	14	M10	63	45	2	2,5	27	28	20	7	3,5	20	5
710	18	M12	82	59	3	2,5	35	36	25	9	4,5	25	6
1000	18	M12	82	59	3	2,5	35	36	25	9	4,5	25	6

Приклад умовного позначення пружної втулково-пальцевої муфти з обертальним моментом $T=250$ Н·м, діаметром посадочного отвору $d=32$ мм, виконання 1, кліматичного виконання У і категорії розміщення 3:

Муфта пружна втулково-пальцева 250-32-1 У3.

1.1.3 Перевірочні розрахунки МПВП

Для перевірки міцності рекомендується розраховувати пальці по напруженнях згину, а втулки – по напруженнях зминання на поверхні зіткнення втулок з пальцями. При цьому вважається, що всі пальці навантажені однаково, а напруження зминання розподілені по довжині втулки.

Зусилля, що приходить на один палець:

$$F_n = \frac{2000 \cdot T_p}{D_0 \cdot z},$$

де T_p – розрахунковий обертаючий момент;

D_0 – діаметр розташування пальців, мм;

z – кількість пальців.

Умова міцності втулок муфти:

$$\sigma_{зм} = \frac{F_n}{A} = \frac{F_n}{d_n \cdot l_{\epsilon}} = \frac{2000 \cdot T_p}{d_n \cdot l_{\epsilon} \cdot D_0 \cdot z} \leq [\sigma]_{зм},$$

де d_n – діаметр пальця, мм;

l_{ϵ} – довжина втулки, мм;

$[\sigma]_{зм}$ – допустимі напруження зминання, для гуми
 $[\sigma]_{зм} = (1,8..2,0) \text{ МПа}.$

Умова міцності пальців на згин:

$$\sigma_{зг} = \frac{M}{W_0} = \frac{32 \cdot F_n \cdot (0,5 \cdot l_{\epsilon} + c)}{\pi \cdot d_n^3} \leq [\sigma]_{зг},$$

де c – зазор між напівмуфтами, мм;

$[\sigma]_{зг}$ – допустимі напруження згину для пальців, приймають
 $[\sigma]_{зг} = (60..70) \text{ МПа}.$

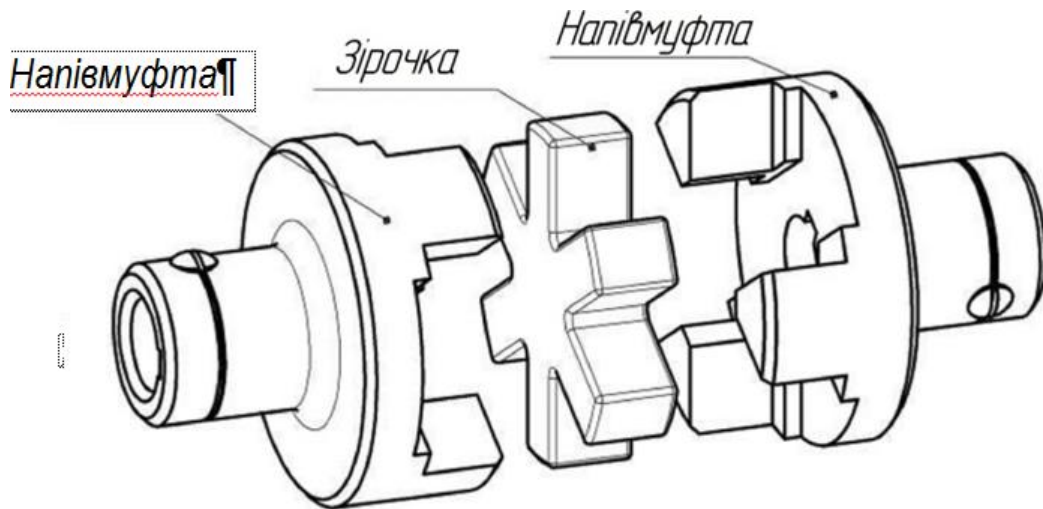
При роботі муфти в умовах радіального зміщення валів виникає додаткове радіальне навантаження. Усереднене значення цього навантаження становить

$$F_M = \frac{(500..600) \cdot T_p}{D_0}.$$

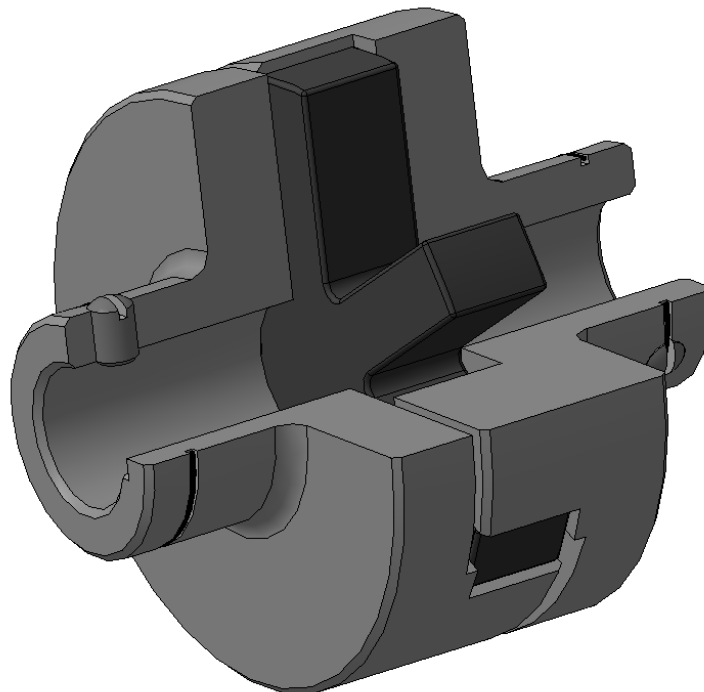
1.2 Муфта пружна із зірочкою

1.2.1 Конструкція і характеристики муфти із зірочкою

Компенсуючі здібності муфти (рис. 6) невеликі. При з'єднанні неспівісних валів муфта чинить на них значну силову дію, хоча і меншу, ніж муфта МПВП. Вона вимагає точного монтажу вузлів. Ці муфти мають велику радіальну, кутову і осьову жорсткість. Тому їх застосування так само, як і муфт МПВП, можливе при установці вузлів на плитах (рамах) великої жорсткості. Збирання вузлів необхідно виконувати з підвищеною точністю, застосовуючи підкладки і контролюючи положення вузлів.



а



б

а – конструкція муфти ; б – зовнішній вигляд
Рисунок 6 – Муфта пружна із зірочкою

Муфти пружні із зірочкою порівняно прості по конструкції, мають малі габаритні розміри і матеріалоемність. Муфта складається з двох однакових напівмуфт, що мають на фланцях торцеві кулачки, і пружного елемента, виконаного у вигляді зірочки. Виступи зірочки розташовуються між кулачками напівмуфт і працюють через один на зминання при дії обертового моменту.

Матеріал напівмуфт : сталь 35 (для муфт з $D = 25..40$ мм) або чавун СЧ 21-40 (для муфт з $D = 50..160$ мм). Матеріал зірочки: гума бензомаслостійка марки А м'яка.

1.2.2. Вибір муфти пружної із зірочкою

На роботу муфти істотний вплив чинять величина, інтенсивність і характер динамічних навантажень (ударів, вібрацій), обумовлених характером машини, що приводиться в рух. Тому вибір і розрахунки муфти ведуть не по номінальному значенню обертового моменту T , а по розрахунковому T_p .

$$T_p = T \cdot K_{пер} \leq [T], \quad n \leq n_{гран},$$

де T_p, T – обертовий момент відповідно розрахунковий і номінальний;

$K_{пер}$ – коефіцієнт перевантаження, який вибирається або розраховується з урахуванням кінематичної схеми приводу і рекомендацій.

$[T]$ – допустимий обертовий момент для визначеного типорозміру муфти;

$n, n_{гран}$ – частота обертання муфти номінальна та гранично допустима відповідно.

Також необхідно, щоб діаметр отвору в маточині напівмуфти d (таблиця 1.3) був не менше діаметру валу d_e на який одягається муфта ($d \geq d_e$).

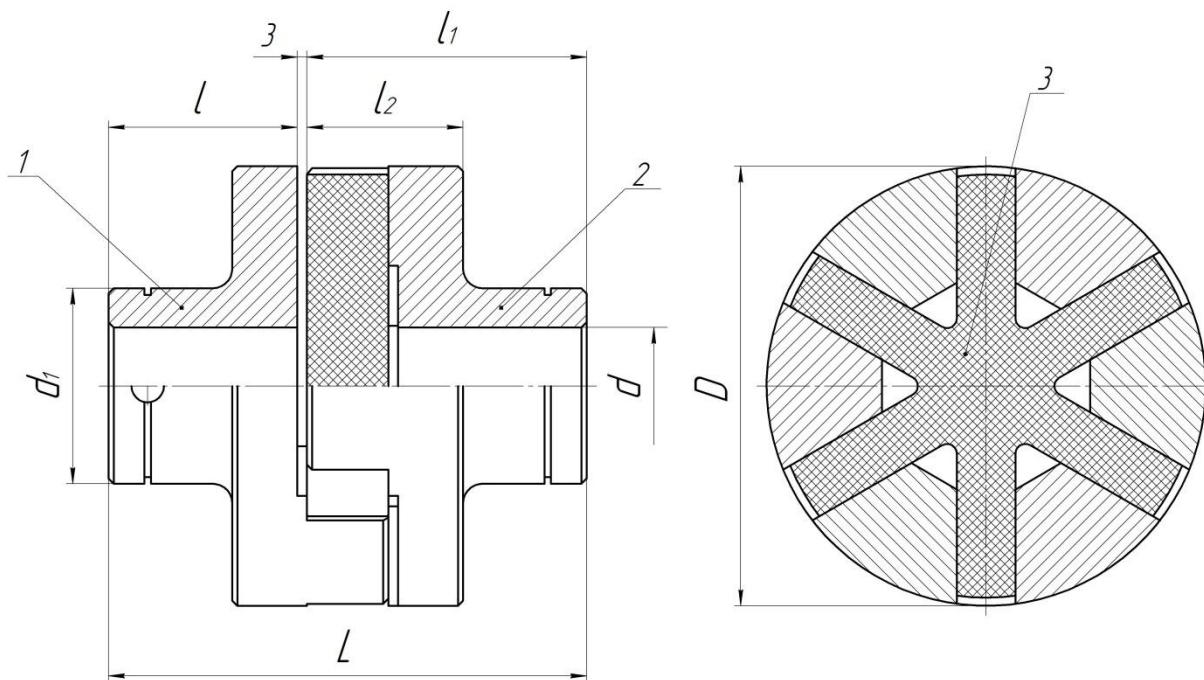


Рисунок 7 - Муфта пружна із зірковою

Таблиця 1.3 - Розміри і параметри муфти пружної із зірковою

Момент [Т], Нм	Отвір		Габаритні розміри		d ₁	l ₁	l ₂	Зміщення осей валів, не більше	
	d	l	L	D				радіаль не	кутове
31,5	16; 18; 19	28	77	71	30	46	28	0,2	1°30'
	20; 22	36	93		34	54			
63	20; 22; 24	36	100	85	36	61	40		
	25; 28	42	112		42	67			
125	25; 28	42	112	105	45	67	40	0,3	
	30; 32	58	144		45; 48	83			
	35; 36				52; 55				
250	32	58	147	135	55	86	48	0,4	1°
	35; 36; 38				66				
	40; 42; 45	82	195		60; 65; 70	110			
400	38	58	152	166	63	91	56		
	40; 42	82	200		70	115			
	45; 48				75				

Приклад умовного позначення муфти пружної із зірочкою з номінальним обертаючим моментом $T=250$, Н·м, діаметром посадочного отвору $d=32$ мм, виконання 1, кліматичного виконання У і категорії розміщення 3:

Муфта пружна із зірочкою 250-32-1 У3.

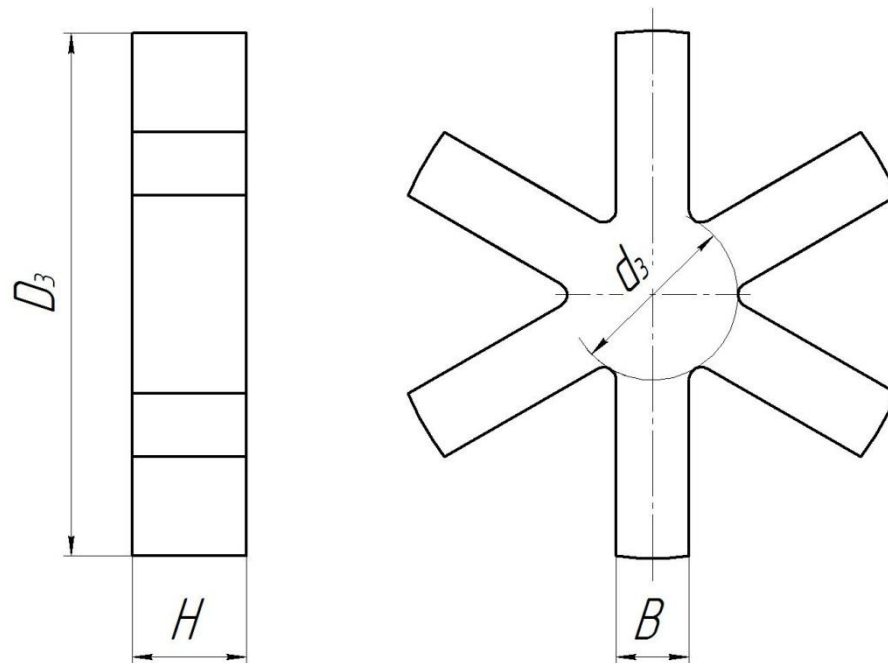


Рисунок 8 - Зірочка пружної муфти

Таблиця 1.4 - Розміри зірочки пружної муфти

Момент [T], Нм	D_3	d_3	B	H
31,5	67	30	12,5	15
63	80	36	14,5	22
125	100	45	16,5	22
250	130	56	18,6	25
400	160	67	20,5	30

1.2.3. Перевірочний розрахунок муфти із зірочкою

Працездатність муфти оцінюється міцністю гумової зірочки на зми-

нання

$$\sigma_{зм} = \frac{8000 \cdot T_p}{(D_3^2 - d_3^2) \cdot H \cdot z} \leq [\sigma]_{зм},$$

де z – число кулачків однієї напівмуфти;
 $[\sigma]_{3,м}$ – допустимі напруження зминання, для гуми
 $[\sigma]_{3,м} = (1,8..2,0) МПа$.

D_3, d_3, H – геометричні розміри зірочки, табл. 1.4.

При роботі муфти в умовах радіального зміщення валів виникає додаткове радіальне навантаження. Усереднене значення цього навантаження складає

$$F_{\text{м}} = (0,1..0,3)F'_{\text{м}},$$

де $F'_{\text{м}}$ – зусилля на середньому діаметрі пружної зірочки

$$F'_{\text{м}} = \frac{2000 \cdot T_p}{0,5(D_3 + d_3)}.$$

1.3 Муфта пружна з тороподібною оболонкою

1.3.1 Конструкція і характеристики муфти з тороподібною оболонкою

Пружним елементом муфти є гумова або резино-кордова оболонка. Резино-кордовий елемент складніше у виготовленні, ніж гумовий, проте його термін служби у декілька разів більший за гумовий.

Муфти з оболонкою опуклого профілю застосовують в двох виконаннях: з розрізною і нерозрізною оболонкою.

Муфта (рис. 9,10) складається з упругого елемента 1 і напівмуфт 2, до яких гвинтами 3 через центруючі кільця 4 притягують притискні півкільця 5. При збиранні муфти півкільця 5 сполучають з кільцем 4 гвинтами 6, розташованими між гвинтами 3. Напівмуфти встановлюють як на циліндричні, так і на конічні кінці валів. Обертальний момент з напівмуфт на оболонку передається силами тертя, створеними при зтягуванні гвинтів 3.

Ці муфти відрізняються високими компенсаційними властивостями, здатні зменшувати динамічні навантаження завдяки малій крутильній жорсткості і високій демпфуючій здатності. До недоліків відносять їх великі розміри по діаметру і появу значних осьових навантажень на опори валів, що викликаються відцентровими силами, діючими на пружний елемент.

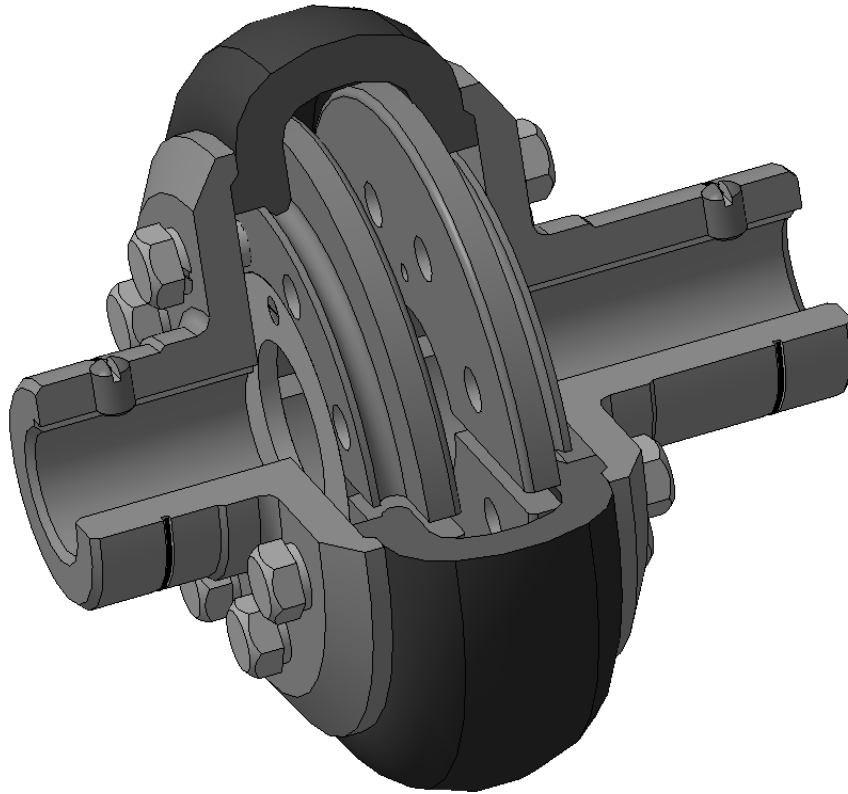


Рисунок 9 - Муфта з нерозрізною тороподібною оболонкою в розрізі

1.3.2. Вибір муфти пружної з торообразной оболонкою

На роботу муфти істотний вплив чинять величина, інтенсивність і характер динамічних навантажень (ударів, вібрацій), обумовлених характером машини, що приводиться в рух. Тому вибір і розрахунки муфти ведуть не по номінальному значенню обертового моменту T , а по розрахунковому T_p .

$$T_p = T \cdot K_{пер} \leq [T], \quad n \leq n_{гран},$$

де T_p, T – обертовий момент відповідно розрахунковий і номінальний;

$K_{пер}$ – коефіцієнт перевантаження, який вибирається або розраховується з урахуванням кінематичної схеми приводу і рекомендацій.

$[T]$ – допустимий обертовий момент для визначеного типорозміру муфти;

$n, n_{гран}$ – частота обертання муфти номінальна та гранично допустима відповідно.

Також необхідно, щоб діаметр отвору в маточині напівмуфти d (таблиця 1.5) був не менше діаметру валу d_e на який одягається муфта ($d \geq d_e$).

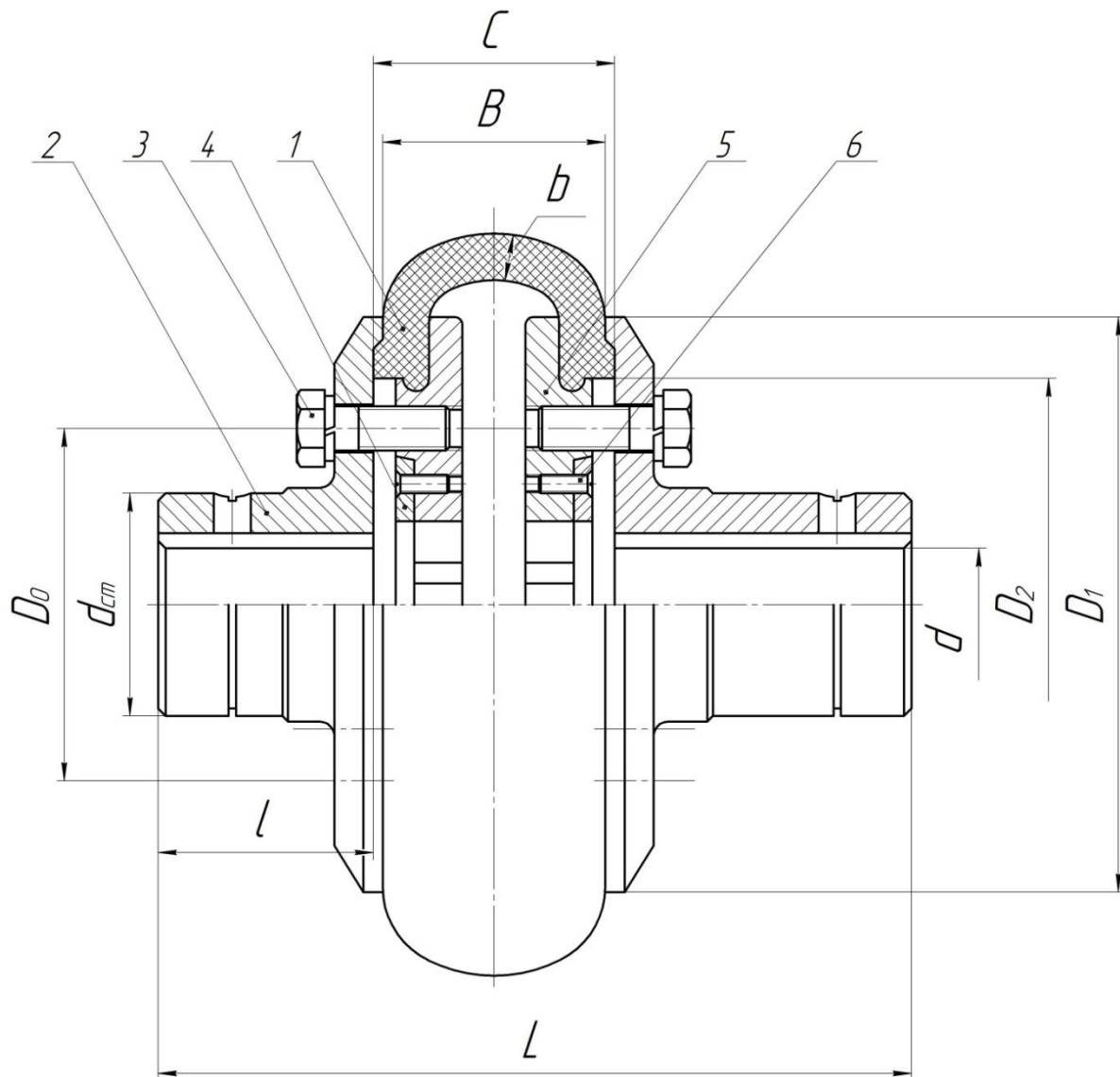


Рисунок 10 - Муфта з нерозрізною тороподібною оболонкою

Орієнтовні співвідношення деяких розмірів муфти :

$$B = 0,25D ;$$

$$b = 0,05D ;$$

$$C = 1,06B ;$$

$$D_0 = (0,5...0,52)D ;$$

$$D_1 = 0,75D ;$$

$$D_2 = 0,6D ;$$

$$d_{cm} = 1,6d .$$

Таблиця 1.5 - Розміри і параметри муфти з тороподібною оболонкою

Момент [Т], Нм	Отвір		Габаритні розміри		Зміщення осей валів, не більше				
	d	l	L	D	радіальне , мм	кутове	осьове, мм		
40	18; 19	30	115	125	1	1°	1		
	20; 22; 24	38	130						
	25	44	140						
80	22; 24	38	140	160	1,6		2		
	25; 28	44	150						
	30	60	185						
125	25; 28	44	155	180				2	2,5
	30; 32; 35; 36	60	190						
200	30; 32; 35; 36; 38	60	200	200	2		2,5		
	40	84	250						
250	32; 35; 36; 38	60	205	220	2,5	1°30'	3		
	40; 42; 45	84	255						
315	35; 36; 38	60	215	250				3	3,6
	40; 42; 45; 48	84	270						
500	40; 42; 45; 48; 50; 53; 55; 56	84	270	280	3		3,6		
800	48; 50; 53; 55; 56	84	280	320					
	60; 63	108	330						

Приклад умовного позначення муфти з тороподібною оболонкою з номінальним обертальним моментом $T=250$ Н·м, типу 1, діаметром посадочного отвору $d=32$ мм, виконання 1, кліматичного виконання У і категорії розміщення 3:

Муфта 250-1-32-1 У3.

1.3.3. Перевірочний розрахунок муфти з тороподібною оболонкою

При передачі крутного моменту в оболонці діють дотичні напруження зрізу τ . Найбільш поширеним для муфти з тороподібною оболонкою є

відмова, пов'язана з руйнуванням оболонки в кільцевому перерізі у затиску з діаметром D_1 .

Умова міцності оболонки на зріз

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{2000 \cdot T_p}{\pi \cdot D_1^2 \cdot b} \leq [\tau],$$

де T_p – розрахунковий обертаючий момент;

b – товщина пружної оболонки;

$[\tau]$ – допустимі дотичні напруження зрізу в оболонці, приймають $[\tau] = (0,45 \dots 0,5) \text{ МПа}$.

При роботі муфти в умовах радіального зміщення валів виникає додаткове радіальне навантаження. Усереднене значення цього навантаження складає

$$F_m = (0,1 \dots 0,3) \cdot F'_m,$$

де F'_m – окружне зусилля на оболонці муфти

$$F'_m = \frac{2000 T_p}{D}.$$

2 ЖОРСТКІ КОМПЕСУЮЧІ МУФТИ

2.1 Зубчаста муфта

2.1.1 Конструкція і характеристики зубчасті муфти

Зубчасті муфти (рис. 11) – найбільш поширений вид жорстких компенсуючих муфт. Їх широко застосовують для з'єднання валів, особливо у важкому машинобудуванні, де передають великі моменти і ускладнена точна установка вузлів.

Зубчаста муфта складається з двох обойм 1 з внутрішніми зубцями, що знаходяться в зачепленні відповідно з двома зубчастими втулками 2 із зовнішніми зубцями (рис 11, 14). Зубчасті сполучення муфт працюють в масляній ванні. У муфтах передбачені отвори для заливання і зливу з них мастила, а також ущільнення для герметизації. Деталі муфти виготовляють зі сталей 45, 45Х.

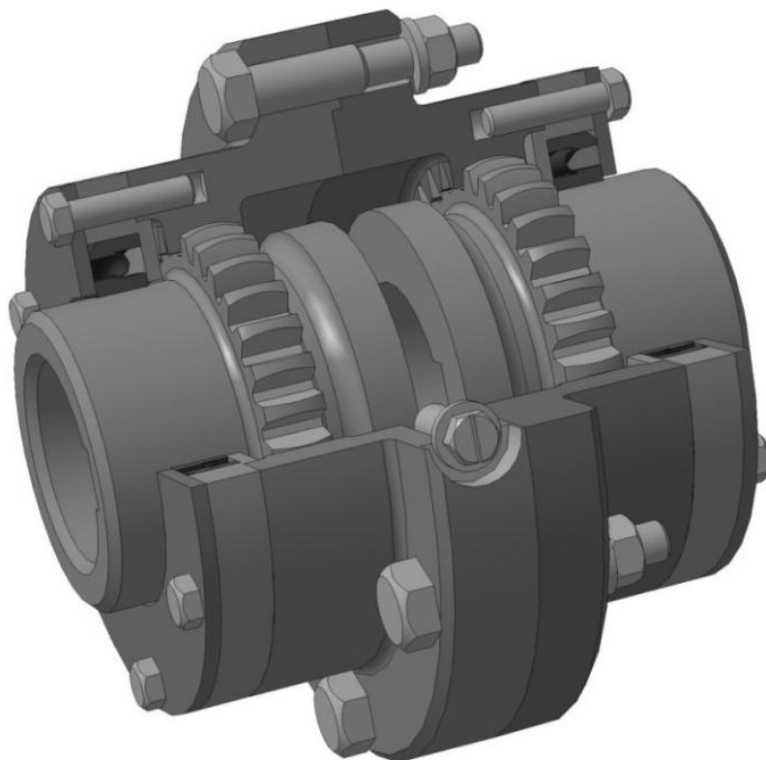


Рисунок 11 – Зубчаста муфта в розрізі

Поверхні зовнішніх зубів обточені на колі виступів по сфері радіусом R , по цій поверхні центруються обойми. За технічними умовами зуби виготовляються з евольвентним профілем з кутом зачеплення $\alpha = 20^\circ$.

Компенсуючу здатність муфти забезпечують створенням зазорів між зубцями обойми і втулок, а також наданням бочкоподібної форми зубцям зубчастих венців втулок (рис. 12).

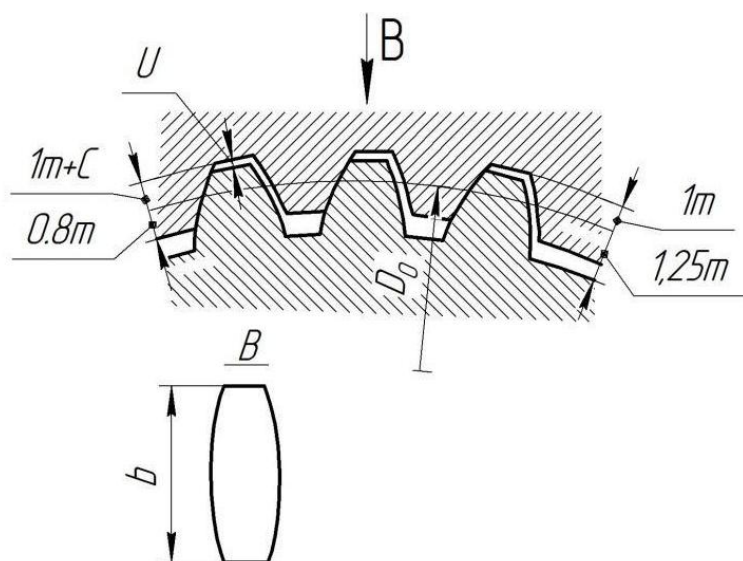


Рисунок 12 - Бочкоподібний зубець

Радіальне зміщення і кутовий перекид осей валів викликають поворот обойми муфти відносно втулок (рис 2.3).

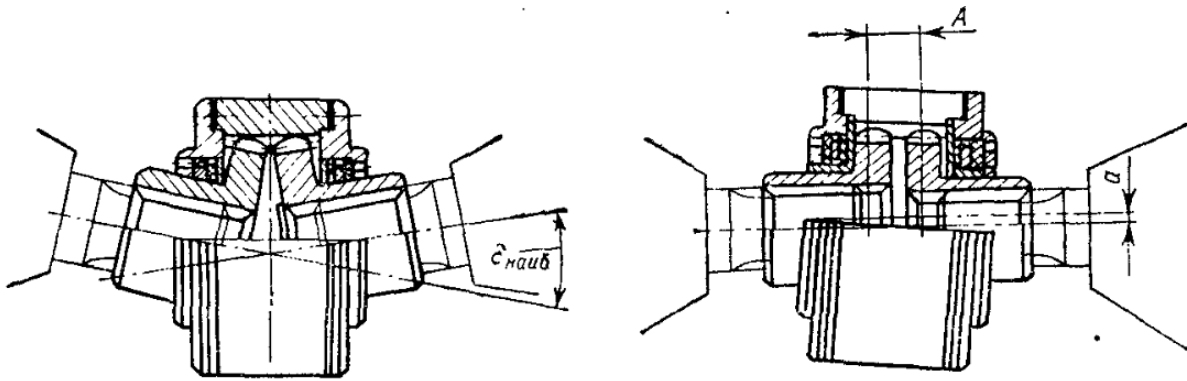


Рисунок 13 - Кутовий перекид і радіальне зміщення осей валів

Перевагами зубчастих муфт є: висока здатність навантаження при порівняно невеликих габаритах, хороша компенсуюча здатність зміщень осей валів, технологічність виготовлення – використання для нарізки зубців нормального зубонарезного інструменту.

До недоліків можна віднести: порівняно низьку стійкість із-за швидкого зносу і руйнування зубців; відсутність пружно-демпфуючих властивостей.

2.1.2 Вибір зубчастої муфти

Вибір і розрахунки муфти ведуть по розрахунковому значенню обертового моменту T_p .

$$T_p = T \cdot K_{пер} \leq [T],$$

де T_p, T – обертальний момент відповідно розрахунковий і номінальний;

$K_{пер}$ – коефіцієнт перевантаження, який вибирається або розраховується з урахуванням кінематичної схеми приводу і рекомендацій.

$[T]$ – допустимий обертальний момент для визначеного типорозміру муфти;

Також необхідно, щоб діаметр отвору в маточині напівмуфти d (таблиця 2.1) був не менше діаметру валу d_g на який одягається муфта ($d \geq d_g$).

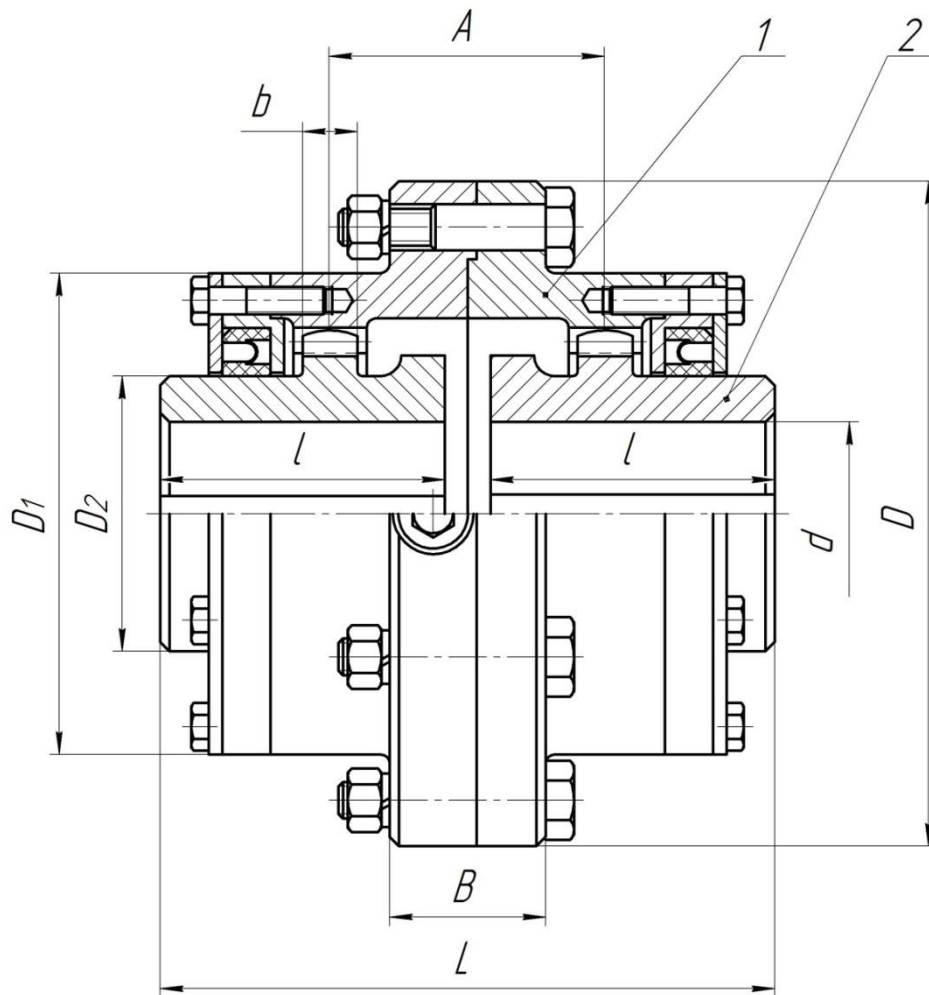


Рисунок 14 - Зубчаста муфта

Таблиця 2.1 - Розміри і параметри зубчастої муфти МЗ

Допустимий обертальний момент [Т], Нм	d	D	D1	D2	l	L	B	Параметри зубча- стого зачеплення, мм				n _{max} хв ⁻¹ не більше	
								m	z	b	A		
								1000	40	145	100	60	82
1600	55	170	125	80	38	15	75	80					
2500	60	185	135	85	105	220		40	3	36	20	85	75
4000	65	200	150	95			40			85			62
6300	80	230	175	115	130	270	50	4		48	25	125	55
10000	100	270	200	145	165	340				56		145	47
16000	120	300	230	175		345	4		48	30	180	40	
25000	140	330	260	200	200	415			56			35	
40000	160	410	330	230		6	46	35	210	29			

Приклад умовного позначення зубчастої муфти з обертальним моментом $T=1000 \text{ Н}\cdot\text{м}$, типу 1, діаметром посадочного отвору у втулках $d=40 \text{ мм}$, з втулками виконання 1, кліматичного виконання У і категорії 2:

Муфта 1000-40-1 У2

2.1.3 Перевірочний розрахунок зубчастої муфти

Зношування є основним критерієм працездатності зубчастих муфт.

Знос зубців муфти протягом ресурсу слід вважати допустимим, якщо на робочих поверхнях напруження зминання

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{A} = \frac{2000 \cdot T_p \cdot k_H}{b \cdot h \cdot D_0 \cdot z} \leq [\sigma]_{зм},$$

де T_p – розрахунковий обертаючий момент;

k_H – коефіцієнт концентрації навантаження, $k_H = 1,1 \dots 1,3$;

b – довжина зубця;

h – робоча висота зубця, мм, $h = 1,8 \cdot m$;

D_0 – діаметр ділильної окружності напівмуфти, $D_0 = m \cdot z$;

m – модуль зачеплення, мм;

z – число зубців напівмуфти;

$[\sigma]_{зм}$ – допустимі напруження зминання, $[\sigma]_{зм} = (12 \dots 15) \text{ МПа}$.

Сила, що діє на вали при наявності зубчастої муфти

$$F_m = \frac{(400 \dots 800) \cdot T_p}{D_0}.$$

2.2 Ланцюгова муфта

2.2.1 Конструкція і характеристики ланцюгової муфти

Ланцюгова муфта (рис. 15) складається з двох напівмуфт-зірочок (з однаковим числом зубців), їх охоплює ланцюг і кожух.

В якості з'єднувального елемента застосовують ланцюги роликові однорядні, дворядні, а також зубчасті.

Для утримання мастильного матеріалу муфту закривають кожухом, роз'ємним в осьовій площині. Щоб запобігти витoku масла, в кожух вбудовують ущільнення. Кожух зазвичай виконують литим з легких сплавів. При складанні між площинами роз'єму ставлять ущільнюючу прокладку. Так як внаслідок відхилень від співвісності валів зірочки-напівмуфти ма-

ють радіальні і кутові зміщення, кожух надягають на маточини зірочок з деяким зазором. Щоб кожух обертався разом із зірочками, його фіксують на маточині за допомогою регульовального гвинта або штифтом, який одночасно утримує кожух від зсуву в осьовому напрямку.

Матеріал зірочок – Сталь 45; твердість зубців 40...45HRC .

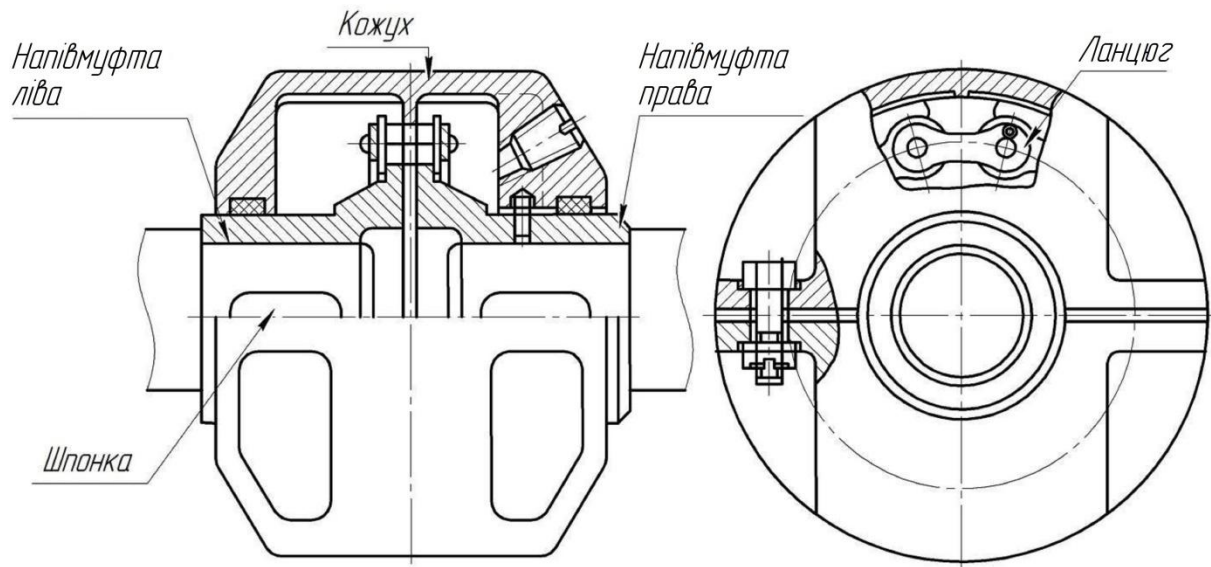


Рисунок 15 – Ланцюгова муфта

Переваги ланцюгових муфт: простота конструкції і обслуговування, надійність в роботі, технологічність виготовлення і порівняно малі габарити і вага, зручний монтаж і демонтаж, здатність компенсувати радіальні та кутові зміщення за рахунок відносної податливості деталей ланцюга і їх деформації.

Недоліком муфти є наявність зазорів в шарнірах ланцюга і в сполученні його із зірочками, внаслідок чого ланцюгові муфти не можуть застосовуватися в реверсивних передачах, а також при наявності великих динамічних навантажень.

Допустимі зміщення валів: радіальні – 0,5...1,2мм і кутове – до 1°.

2.2.2 Вибір ланцюгової муфти

Вибір і розрахунки муфти ведуть по розрахунковому значенню обертового моменту T_p .

$$T_p = T \cdot K_{пер} \leq [T],$$

де T_p, T – обертальний момент відповідно розрахунковий і номінальний;

$K_{пер}$ – коефіцієнт перевантаження, який вибирається або розраховується з урахуванням кінематичної схеми приводу і рекомендацій.

$[T]$ – допустимий обертальний момент для визначеного типорозміру муфти;

Також необхідно, щоб діаметр отвору в маточині напівмуфти d (таблиця 2.2) був не менше діаметру валу d_e на який одягається муфта ($d \geq d_e$).

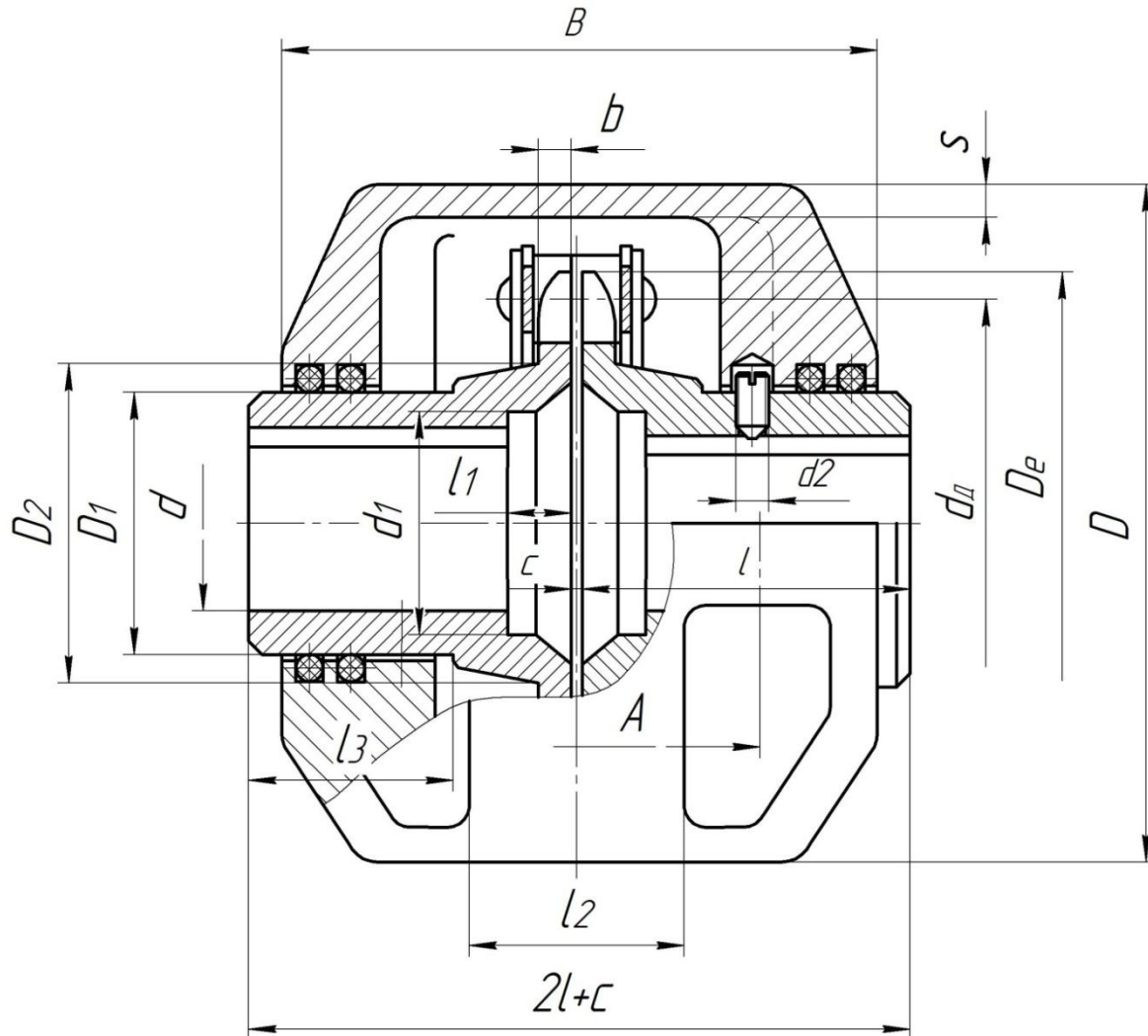


Рисунок 16 – Основні параметри ланцюгової муфти

Таблиця 2.2 - Розміри і параметри ланцюгової муфти

Момент [Т], Нм	d	D	l	l_1	c	D_1	D_2	d_1	d_2	l_2	l_3	B	A	s	Ланцюг	Число зубів z	d_D	d ролика	D_e	b
63	18; 20; 22	110	45	11	1	35	50	32	M6	42	30	90	58	3	ПР- 19,05	12	73,61	12	81,76	5
	25; 28		55	12	1,4	45	50	38		57	39	105	78							
125	25; 28	125	55	12	1,4	45	55	38		57	39	105	78	3	ПР- 25,4	10	82,2	16	92,91	6
	30; 32; 35; 36		60	12	1,4	55	65	45		61	44	115	81							
250	32; 35; 36; 38	140	60	12	1,4	55	70	45		61	44	115	81	3	ПР- 25,4	12	98,14	16	109,02	6
	40; 42; 45		75	14	1,8	70	75	55		83	55	145	105							
500	40; 42; 45; 48; 50; 55	180	75	14	1,8	75	85	60	M8	83	55	145	105	4	ПР- 38,1	10	123,3	22	139,37	9
1000	50; 55; 56	210	85	15	1,8	90	110	72		65	65	150	106	4	ПР- 38,1	12	147,21	22	163,53	9
	60; 63; 65; 70		105	16	2	100	115	85		112	80	200	144							
2000	71; 75; 80; 85; 90	280	120	16	2	120	140	100	M10	112	95	200	144	6	ПР- 50,8	12	196,29	32	218,03	12

Приклад умовного позначення ланцюгової муфти з обертальним моментом $T=1000 \text{ Н}\cdot\text{м}$, типу 1, діаметром посадочного отвору напівмуфт $d=56 \text{ мм}$, з напівмуфтами виконання 1, кліматичного виконання У і категорії 3:

Муфта 1000-1-56-1 У3.

2.2.3 Перевірочний розрахунок ланцюгової муфти

Розрахунок ланцюга зважаючи на складний закон розподілу зусиль між зубцями зірочок складний і ненадійний. Ланцюг вибирається на основі даних з досвіду.

Силу, з якою муфта впливає на вал, приймають рівною

$$F_m = \frac{600 \cdot T_p}{d_d},$$

d_d – ділительний діаметр зірочки, мм (табл. 2.2).

2.3 Шарнірна муфта

2.3.1 Конструкція і характеристики шарнірної муфти

У шарнірних муфтах використаний принцип роботи просторового шарніра Гуку. Вони служать для передачі обертаючого моменту між валами, що мають велике кутове зміщення осей (до $40..50^\circ$), яке може змінюватися в процесі обертання муфти. Ці муфти застосовують в широкому діапазоні навантажень – від $12,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$ до $30000 \text{ Н}\cdot\text{м}$

Шарнірні муфти застосовують:

- для компенсації неточності розташування валів, що виникає при збиранні, при деформації рами і ресор (транспортні і інші машини);
- для передачі обертання переставним валам (шпинделі багатшпіндельних свердлувальних верстатів, валки прокатних станів і т.п.)
- для передачі обертання валам, що змінюють положення під час роботи (консолі фрезерних верстатів і т.п.).

Часто використовують конструкцію, в якій дві шарнірні муфти сполучають проміжним валом; такий пристрій називають карданным валом.

Шарнірні муфти виготовляють двох типів:

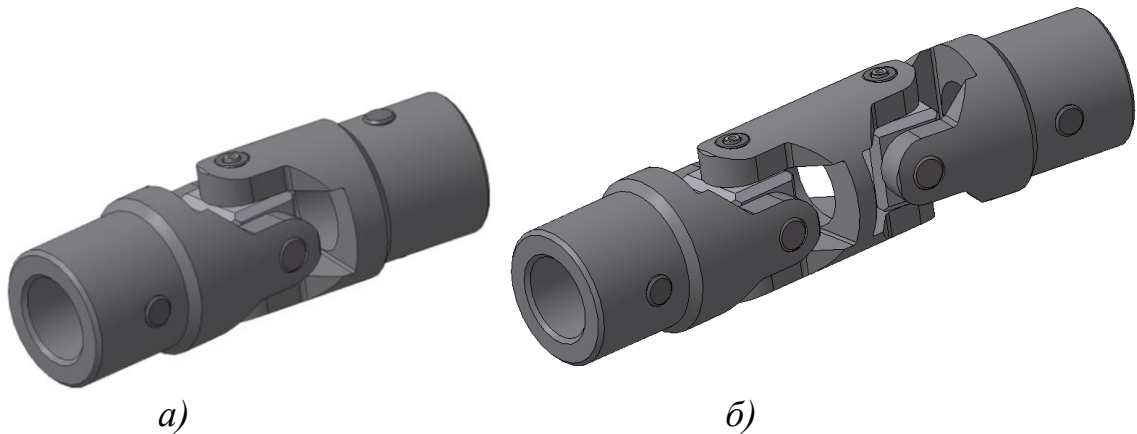
1 – одинарна (рис 17, а);

2 – здвоєна з проміжною спареною вилкою (рис 17, б).

Напівмуфти для кожного типу муфт повинні виготовлятися виконань:

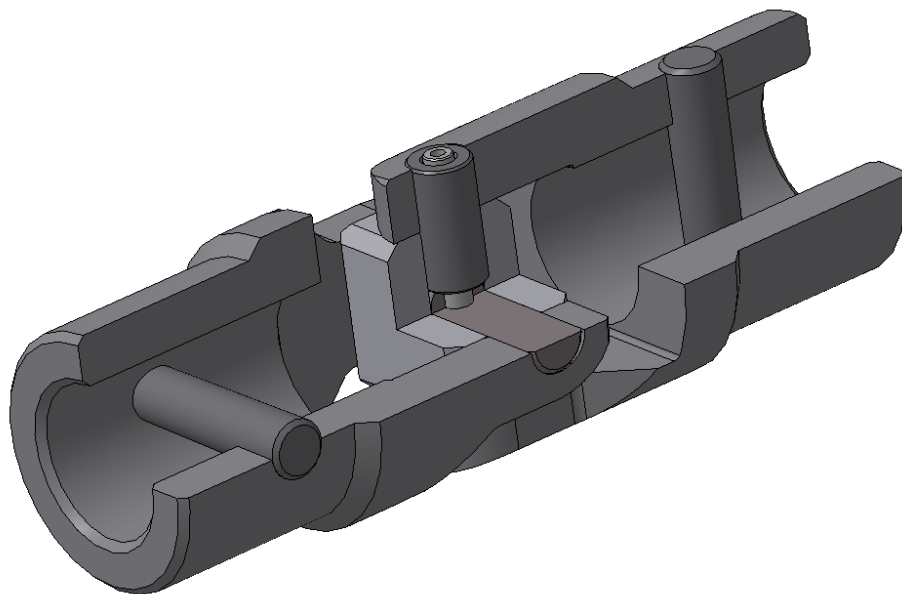
- 1 – на довгі кінці валів;
- 2 – на короткі кінці валів.

Матеріал напівмуфт – Сталь 20Х. Допускається виготовлення напівмуфт з інших матеріалів з механічними властивостями не нижче чим у сталі марки 20Х після термообробки. Хрестовина виконується зі сталей 40Х, ШХ12 або ШХ15. Штифти і втулки виготовляються із Сталі 40Х, твердість – 35..40 НРСз.



а) одинарна муфта; б) здвоєна з проміжною спареною вилкою
Рисунок 17 - Шарнірна муфта

У одинарної муфти (рис. 18, 19) маточини муфт, які насаджуються на кінці валів, що сполучаються, закінчуються вилками 1. Вилки з'єднуються між собою за допомогою хрестовини 6, пальця 3, втулок 5 і стрижня 4. Напівмуфти з'єднуються з валом штифтами 2.



2.3.2 Вибір шарнірної муфти

Вибір і розрахунки муфти ведуть по розрахунковому значенню обертального моменту T_p .

$$T_p = T \cdot K_{пер} \leq [T],$$

де T_p, T – обертальний момент відповідно розрахунковий і номінальний;

$K_{пер}$ – коефіцієнт перевантаження, який вибирається або розраховується з урахуванням кінематичної схеми приводу і рекомендацій.

$[T]$ – допустимий обертальний момент для визначеного типорозміру муфти;

Також необхідно, щоб діаметр отвору в маточині напівмуфти d (таблиця 2.3) був не менше діаметру валу d_g на який одягається муфта ($d \geq d_g$).

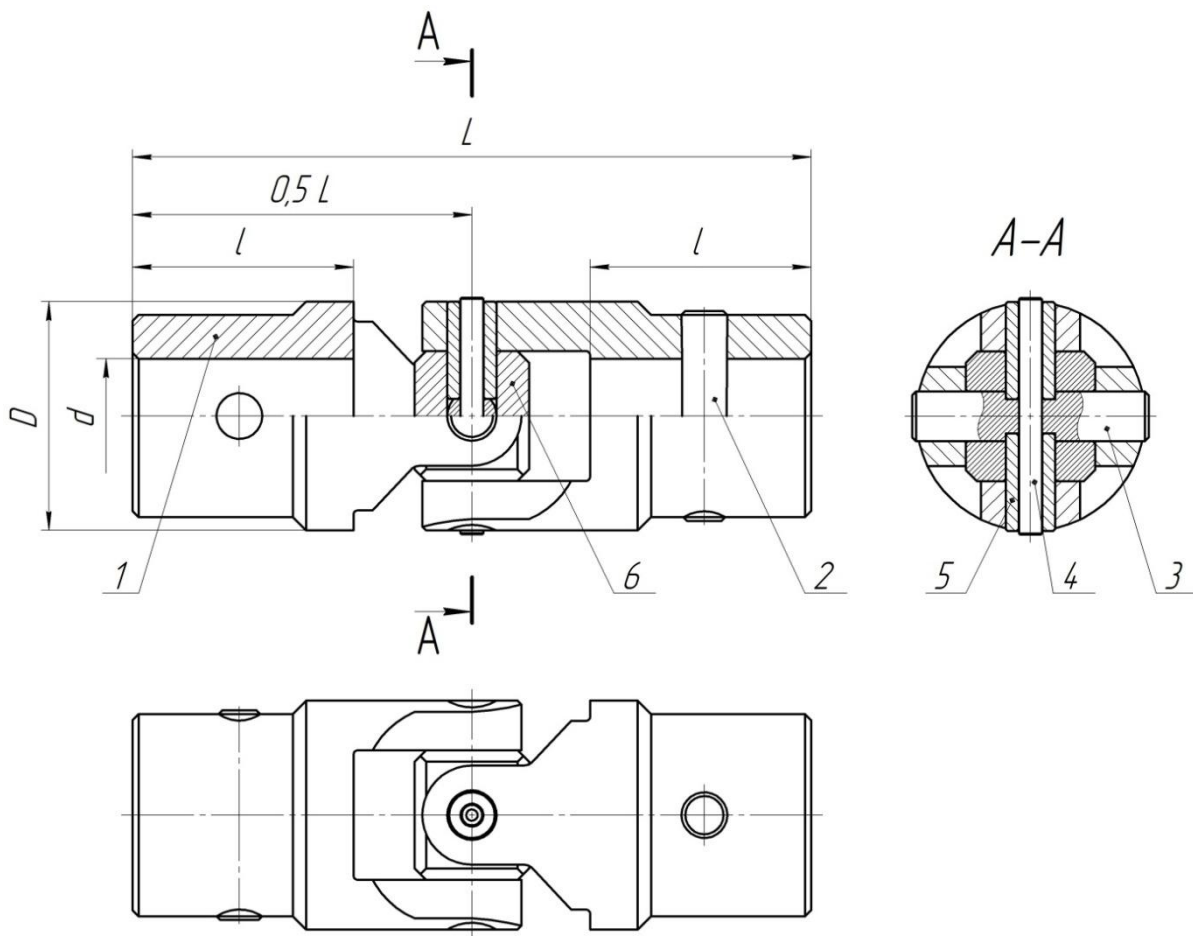


Рисунок 19 - Шарнірна одинарна муфта (тип 1)

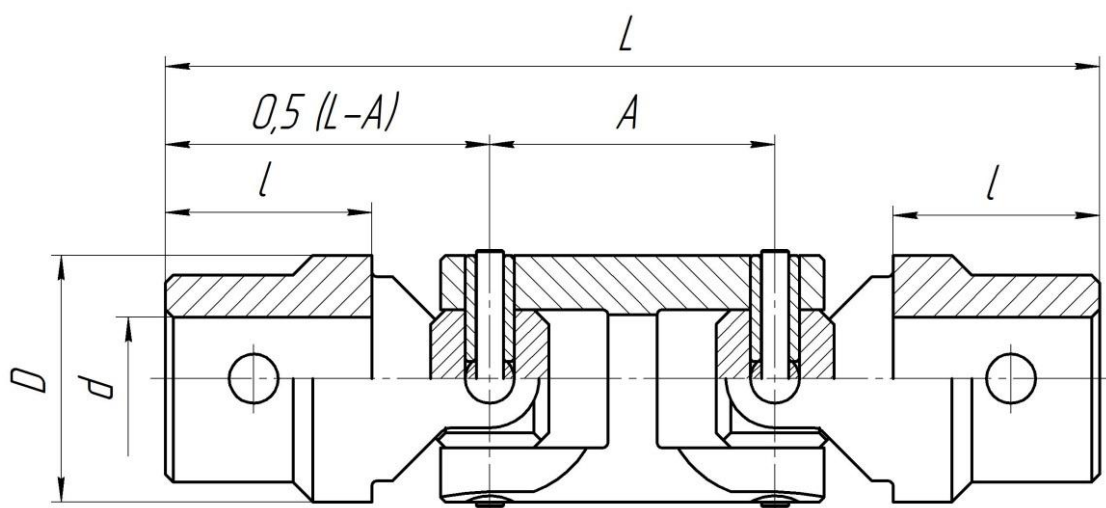


Рисунок 20 - Шарнірна здвоєна муфта (тип 2)

Таблиця 2.3 - Розміри і параметри шарнірної муфти

Момент [T], Нм	d	D	L для типів		l	A
			1	2		
11,2	8;9;10	16	56	76	20	20
22,4	10;11	20	60	86		26
	12		70	96	25	
45	12;14	25	76	108	28	32
71	16;18	32	88	126		38
140	19	40	112	160	36	48
	20;22					
280	24	50	120	178	42	58
	25;28		132	190		
560	30;32;35	60	178	248	58	70
1120	38	75	192	284		92
	40;42		240	332	82	

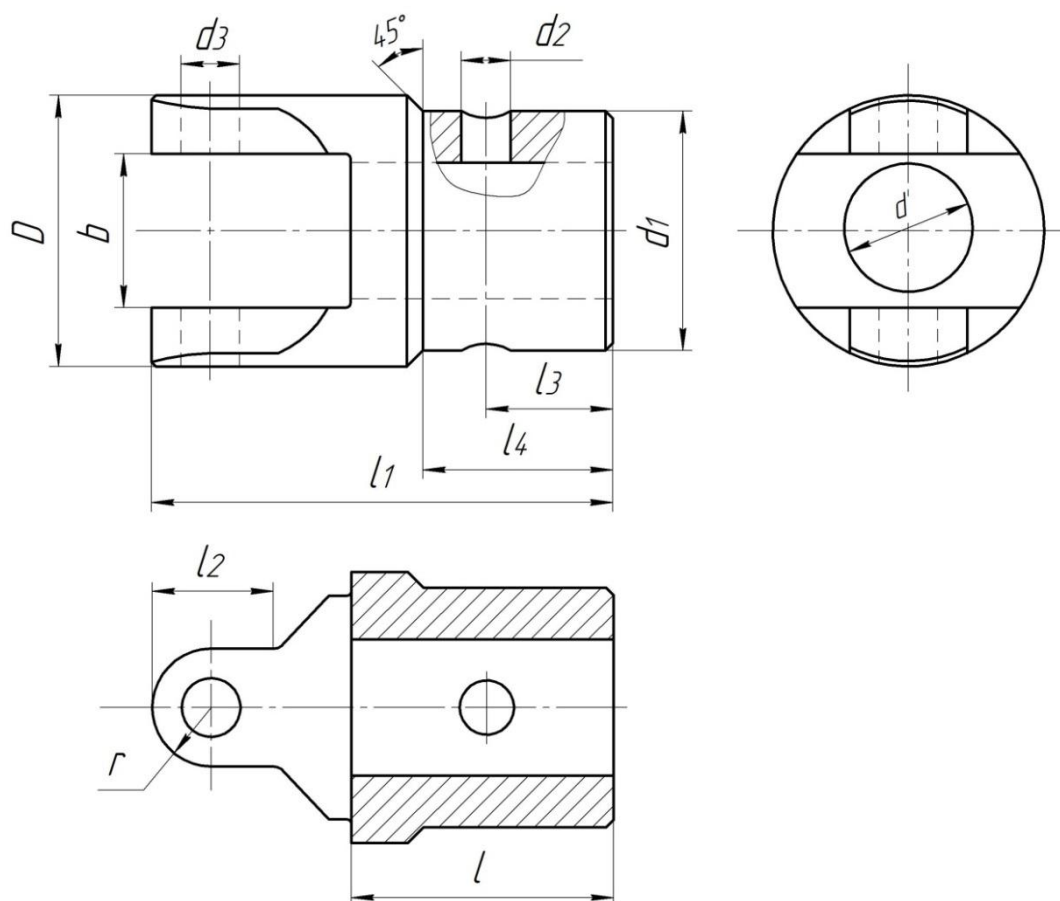


Рисунок 21 - Напівмуфта

Таблиця 2.3 - Розміри напівмуфти

Момент [Т], Нм	d	D	d_1	d_2	d_3	b	l	l_1	l_2	l_3	l_4	r
11,2	8;9;10	16	15	3	4	10	20	32	8	15	12	4
22,4	10;11	20	18	4	5	12		35	10			5
	12						25	40	12	20	16	
45	12;14	25	21	5	6	14		44			17	13
71	16;18	32	28	6	7	18	28	51	14	18	12	7
140	19	40	34	8	8	22		56	16	16	10	8
	20;22						64	24		18		
280	24	50	42	10	10	28	36	70	19	20	12	10
	25;28							42		76	26	
560	30;32;35	60	53	12	13	31	58	102	28	42	28	13
1120	38	75	63	16	16	42		112	35	38	23	16
	40;42						82	136		62	46	

Приклад умовного позначення шарнірної муфти з обертальним моментом 140 Н·м, типу 1, з діаметром посадочного отвору напівмуфт $d=20$ мм для виконання напівмуфт – 1, кліматичного виконання – У, категорії 3:

Муфта шарнірна 140-1-20-1-У3 ГОСТ 5147-80.

2.3.3 Перевірочний розрахунок шарнірної муфти

Шарнірні муфти розраховують по тиску в шарнірах на міцність вилок і хрестовин по силі, що сприймається шарніром.

$$p = \frac{F_u}{d_3 \cdot l_u} \leq [p],$$

де $[p]$ – тиск в шарнірах, що допускається, МПа (при загартованих поверхнях $[p]=40$ МПа);

d_3 – діаметр цапфи, мм (таблиця. 2.3);

l_u – довжина цапфи, мм.

$$l_u = \frac{D-b}{2}.$$

$$F_u = \frac{500 \cdot T_p}{R \cos \gamma},$$

де R – половина відстані між серединами цапф, що мають загальну вісь повороту, мм;

γ – кут перекосу осей валів

$$R = \frac{D+b}{2}.$$

ПЕРЕЛІК ДОДАТКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 **Дунаев, П. Ф.** Детали машин. Курсовое проектирование : Учебное пособие для машиностроительных специальностей / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 2002. — 536 с. - ISBN 5-217-03095-X.

2 **Заблонський, К. І.** Деталі машин / К. І. Заблонський — Одеса : АстроПринт, 1999.— 404 с. — ISBN 5-7763-2409-2.

3 **Иванов, М. Н.** Детали машин / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов — М. : Высш. шк., 2002. — 408 с. — ISBN 5-06-004063-1.

4 **Карнаух, С. Г.** Детали машин : конспект лекций / С. Г. Карнаух — Краматорск : ДГМА, 2003. — 212 с.

5 **Кудрявцев, В. Н.** Детали машин / В. Н. Кудрявцев — М. : Высшая школа, 1980. — 446 с.

6 Курсовое проектирование деталей машин : учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / В. Н. Кудрявцев [и др.]; Под общ. ред. В. Н. Кудрявцева — М. : Машиностроение, 1984. — 400 с.

7 **Павлище, В. Т.** Основы конструювання та розрахунков деталей машин: Підручник / В. Т. Павлище. - К. : Вища школа, 1993. — 556 с. - ISBN 966-8013-58-1.

8 **Поляков, В. С.** Справочник по муфтам / В. С. Поляков, И. Д. Барабаш, О. А. Ряхновский. — 2-е изд. — Л. : Машиностроение, 1979. — 344 с.

9 **Решетов, Д. Н.** Детали машин / Д. Н. Решетов — М. : Машиностроение, 1989. — 496 с. — ISBN 5-217-00335-9.

10 **Решетов, Д. Н.** Детали машин: Атлас конструкций / Д. Н. Решетов — М. : Машиностроение, 1979. — 367 с.

11 **Чернин, И. Н.** Расчеты деталей машин / И. Н. Чернин, А. В. Кузьмин, Г. М. Ицкович. — Минск : Высшая школа, 1978. — 593 с.

12 **Шейнблит, А. Е.** Курсовое проектирование деталей машин : учеб. пособие / А. Е. Шейнблит. — Калининград : Янтар. сказ, 2002. — 454 с. - ISBN 5-06-001514-9.

ДЕТАЛІ МАШИН

Сполучні муфти:

довідковий посібник

для студентів спеціальностей: 131,133

Укладачі:

КАРНАУХ Сергій Григорович
ТАРОВИК Микола Георгійович

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання

О. С. Орда

107/2012. Формат 60 x 84/8. Ум. друк. арк. 7,44.
Обл.-вид. арк. 8,99. Тираж 100 пр. Зам. № 121.

Видавець і виготівник

Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК №1633 від 24.12.2003