

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 26.12.2021 15:29:47
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)
Кафедра машиностроительных технологий и оборудования



УПРЕЖДЕАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 02 » 2018 г.

МУФТЫ

Методические указания
по курсовому проектированию и практическим занятиям
по курсу «Детали машин и основы конструирования»
для студентов очной и заочной формы обучения

Курск 2018

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)
Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ О.Г. Локтионова
« ____ » _____ 201_ г.

МУФТЫ

Методические указания
по курсовому проектированию и практическим занятиям
по курсу «Детали машин и основы конструирования»
для студентов очной и заочной формы обучения

Курск 2018

УДК 621.8

Составитель: А.А. Горохов, М.С. Разумов, О.С. Зубкова

Рецензент

кандидат технических наук, доцент *В.В. Малыгин*

МУФТЫ: Методические указания по курсовому проектированию и практическим занятиям по курсу «Детали машин и основы конструирования» для студентов очной и заочной формы обучения / Юго-Запад. гос. ун-т. Сост. А.А. Горохов, М.С. Разумов, О.С. Зубкова. - Курск, 2018 г. - 65 с.

Излагаются рекомендации и порядок расчёта плоскоременной, клиноременной передачи, а также цепных передач роликовой и зубчатой цепью. Приведены справочные данные.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС-3 по направлению подготовки бакалавров направлений 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов очной и заочной форм обучения.

Работа предназначена для студентов направлений 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 3,8. Уч. - изд. л.3,4. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1. ВВЕДЕНИЕ

Муфты, входящие во многие механизмы и машины, являются ответственными узлами, часто определяющими надежность и долговечность всей машины.

Основное их назначение - передача вращения и момента с одного вала на другой или с вала на свободно сидящую на нем деталь (шкив, зубчатое колесо, звездочка и т.п.) и обратно.

При проектировании механических приводных устройств редко возникает необходимость разрабатывать конструкции муфт того или иного типа, так как их параметры определены стандартами *. Задача в большинстве случаев практически сводится к подбору муфты в зависимости от расчетного момента M_p и проверочному расчету некоторых ее элементов.

При подборе стандартных муфт учитывают также диаметр концов валов, которые муфты должны соединять.

Если с помощью стандартной муфты (например, М/ВП с резиновой звездочкой) соединяется двигатель с редуктором, то размер муфты принимается по диаметру вала электродвигателя. Затем муфта проверяется по расчетному моменту:

$$M_p = K \cdot M_n \leq [M_k]$$

где M_n – номинальный момент на валу редуктора; на валу подсчитывают по номинальным мощности и номинальной скорости вращения;

K – коэффициент динамичности нагрузки. Ориентировочные значения K даны в табл. 1.1.

M_k – крутящий момент, на который рассчитана муфта, приводится в ГОСТах или нормалях.

* В учебном курсовом проекте проектирование специальных муфт может быть обусловлено методическими соображениями и выполняться, даже в тех случаях «когда можно подобрать муфту из числа стандартных».

Таблица 1.1

Значения коэффициента динамичности нагрузки K при передаче от электродвигателя)

Приводимая машина	K
Динамомашинны	1...2
Воздуходувки, вентиляторы	1,25...2,0
Центробежные насосы	2...3
Поршневые насосы	1,75...3,5
Поршневые компрессоры	2,25...3,5
Металлорежущие станки	1,25...2,5
Деревообрабатывающие станки, цепные и винтовые конвейеры (транспортеры)	1,5...2,0

Ленточные конвейеры	1,25...1,50
Рольганги	4
Краны, подъемники, элеваторы	3...5

Диаметр конца ведущего вала округляется до диаметра расточки полумуфты из следующего ряда чисел:

для МУВП - 16,18,20,22,25,30,32,35,36,38,40,42,45, 48,50,55,60,65,70,75,80;

для муфт с резиновой звездочкой - 16,18,20, 22,25,28,32,36,40,45.

Все остальные размеры муфты (наружные диаметры полумуфт, их ступиц, длина) определяются ее типоразмером, принятым по диаметру вала электродвигателя.

Выходные валы редукторов с валами исполнительного механизма часто соединяются жесткими компенсирующими муфтами, например, зубчатыми, цепными, кулачково-дисковыми. Муфту, подбирают по расчетному моменту, как указано выше, и по диаметру выходного конца вала редуктора. Последний округляют до значения диаметра расточки полумуфты.

Многообразие существующих конструкций муфт чрезвычайно затрудняет проведение строгой типизации их и приводит к созданию сложных систем классификации.

В данной работе принята следующая упрощенная, но достаточно удобная для практических целей классификация муфт: неуправляемые (постоянно действующие) - глухие, жесткие компенсирующие и упругие;

- сцепные управляемые - кулачковые, зубчатые (основаны на зацеплении) и фрикционные (основаны на трении);

- сцепные самоуправляемые (автоматические) - предохранительные, центробежные, муфты свободного хода (обгонные).

2. НЕУПРАВЛЯЕМЫЕ МУФТЫ

Неуправляемые муфты осуществляют постоянное соединение валов между собой или с другими вращающимися деталями. Разъединение валов, соединенных этими муфтами, возможно в результате разборки муфты при остановленной машине.

2.1. Глухие муфты

Глухие муфты предназначены для жесткого и неподвижного (глухого) соединения строго соосных валов. К этим муфтам относятся муфты втулочные, фланцевые (поперечно-свертные, продольно-свертные). При использовании этих муфт допускаемая величина смещения осей валов лежит в пределах 0,002...0,05 мм.

2.1.1. Втулочные муфты

Втулочные муфты отличаются простотой конструкции и малым наружным диаметром.

Недостаток - трудоемкий монтаж и демонтаж, связанные со значительным осевым перемещением валов или муфты вдоль вала и с нарушением неподвижных посадок муфты.

На рис.2.1. и 2.2. показаны четыре разновидности втулочных муфт по нормальям машиностроения: втулочная муфта со штифтами (МН 1067-60); втулочная муфта со шлицами (МН 1069-60);

втулочная муфта со шпонками (призматическими или сегментными, МН 1068-60).

Размеры и основные параметры муфт приведены в таблице 2.1. Расчет муфты сводится к проверке прочности штифтовых, шпоночных и шлицевых соединений.

Материал втулок - сталь 45 по ГОСТу 1050-60 (для муфт со шлицами сталь 45 улучшенная; твердость HRC 24...30).

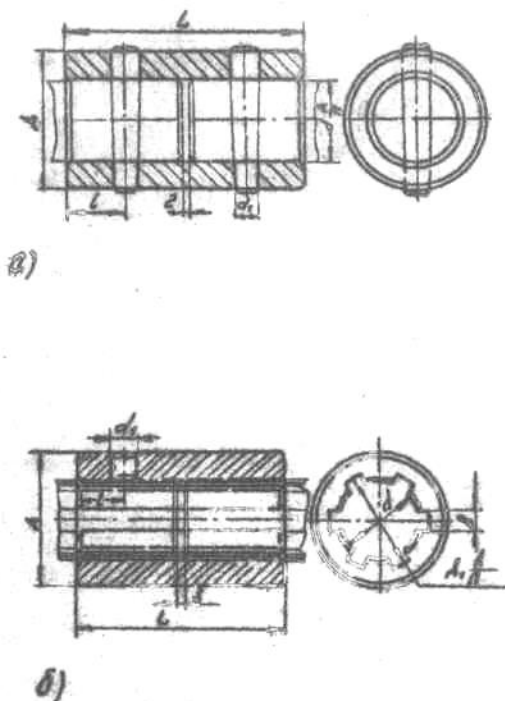


Рис. 2.1 Муфты втулочные:
а – со штифтами (МН 1067-60)
б – шлицевые (МН 1069-60)

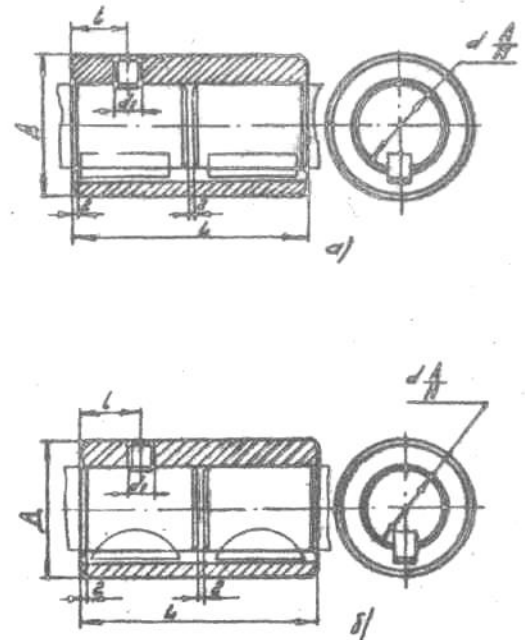


Рис. 2.2 Муфты втулочные со шпонками:
а – призматическими, исполнение 1;
б – сегментными, исполнение 2.

Таблица 2.1

Муфты втулочные со штифтами, шпонками, шлицами (рис. 2.1 и 2.2)

[МК] в кгс м для муфт				d	D	L	l	d ₁	Z×d×D ₁	B	D	L	l	d ₁	
МН 1067-60	МН 1068-60		МН 1069-60	мм											
	Исполнение I	Исполнение II		для рис. 2.1 (а) и 2.2						для рис. 2.1 (б)					
5	7,1	9	15	20	35	60	15	6	M6	6×21×25	5	35	45	10	M6
11,2	12,5	16	36	25	40	75	20	8	M6	6×26×32	6	45	55	12	M6
13,2	21,2	28	65	30	45	90	20	8	M8	8×32×38	6	50	70	15	M6
28	45	-	125	40	60	120	25	10	M8	8×42×48	8	60	90	20	M8
60	85	-	250	50	80	150	35	13	M12	8×52×60	10	80	110	25	M8
106	150	-	475	60	100	180	45	16	M12	8×62×72	12	100	130	30	M10
224	315	-	1000	80	120	220	50	20	M16	10×82×92	12	120	170	40	M12
400	560	-	1250	100	140	280	60	25	M20	10×92×102	14	130	180	45	M12

Примечание: Z – число зубьев; d – внутренний диаметр шлица; D₁ – наружный диаметр шлица.

2.1.2 Фланцевые муфты (поперечно-свертные)

Фланцевая муфта является наиболее надежным и распространенным ВИДОМ глухих муфт, обеспечивая удобный монтаж и демонтаж. Она состоит из двух полумуфт с фланцами, насасываемыми на концы валов; фланцы стягиваются болтами.

На рис. 2.3, 2.4, и 2.5 показаны четыре разновидности фланцевых муфт по нормам машиностроения МН2726-61...МН2729-61: открытые (2.3), открытые с промежуточными полукольцами (2.4), закрытые (2.5,а) и закрытые с промежуточными полукольцами (2.5,б).

В таблице 2.2. приведены основные параметры и размеры муфт.

Для обеспечения соосности полумуфты центрируются либо выступом на одном фланце и выточкой на другом (рис.2.3 и 2.5,а), либо промежуточными полукольцами (рис.2.4 и 2.5,б). В последнем случае при монтаже и демонтаже не требуется осевого смещения валов, но зато снижается точность центрирования.

Полумуфты соединяются полумуфтами болтами (ГОСТ 7908-70) вставленными в отверстия с зазорами, или чистыми болтами (ГОСТ 7817-72), вставленными в отверстия без зазора (напряженная или другая неподвижная посадка). В последнем случае муфта имеет меньше габаритные размеры.

При соединении полумуфт болтами, вставленными в отверстия с зазором, крутящий момент передается за счет сил трения между торцовыми поверхностями полумуфт и расчет сводится к определению силы затяжки одного болта по формуле:

$$Q = \frac{2M_p n}{D_1 Z f}, \quad (2.1)$$

где n - запас сцепления, принимаемый равным 1,5;
 D_1 - диаметр окружности расположения болтов;
 Z - число болтов;
 f - коэффициент трения, обычно 0,1...0,2.

При соединении полумуфт болтами, вставленными в отверстия без зазора, болты рассчитывают на срез. Тогда сила, стремящаяся срезать один болт:

$$T = \frac{2M_p}{D_1 Z}, \quad (2.2)$$

В нормализованных муфтах половина болтов поставлена с зазором, а половина - без него.

Материал полумуфт - сталь 40 (ГОСТ 1050-60) или сталь 4 (ГОСТ 977-65). При окружной скорости $V \leq 35$ м/сек допускается чугун СЧ 21-40 (ГОСТ 1412-70).

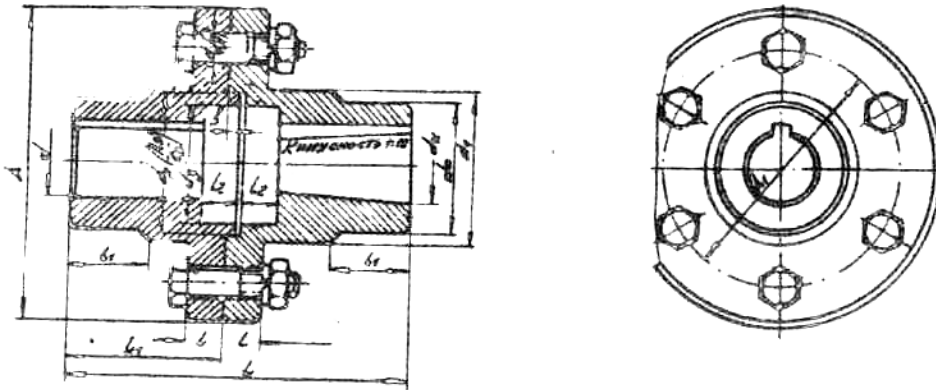


Рис. 2.3 Муфты фланцевые открытые (МН2726-61)

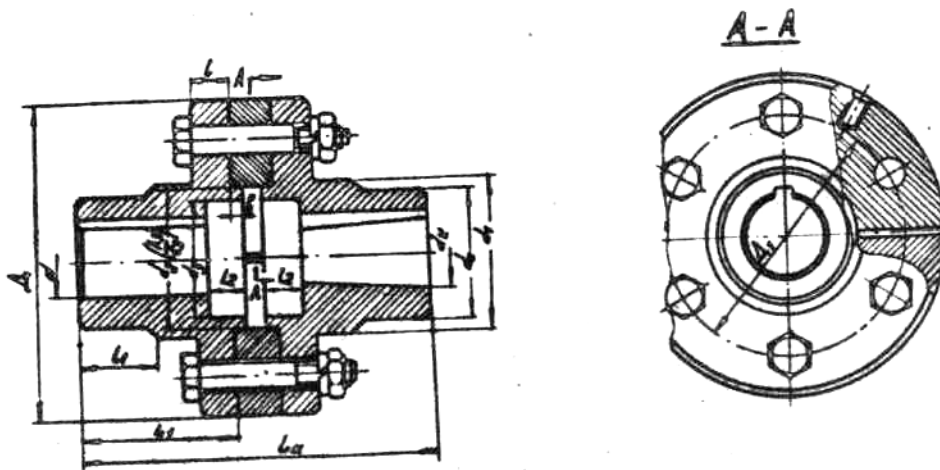
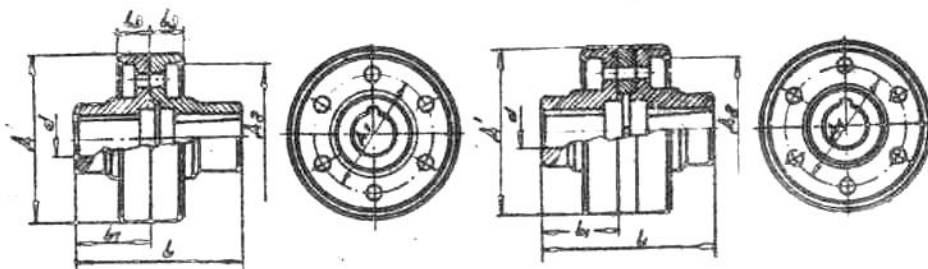


Рис. 2.4 Муфты фланцевые открытые с промежуточными полукольцами (МН2727-61)



а)

б)

а – закрытые (МН2728-61)

б – закрытые с промежуточными полукольцами (МН2729-61)

2.2. Жесткие компенсирующие муфты

Жесткие компенсирующие муфты предназначены для соединения валов с незначительными взаимными смещениями осей, обусловленными неточностью изготовления и сборки. Компенсация смещений достигается за счет относительного перемещения жестких металлических элементов муфты.

Основными видами этих муфт являются зубчатые, кулачково-дисковые и цепные.

2.2.1 Зубчатые муфты

Зубчатые муфты - наиболее распространенный вид жестких компенсирующих муфт.

Их достоинствами являются: высокая нагрузочная способность при сравнительно небольших габаритах; способность компенсации любых смещений осей валов; технологичность изготовления – использование для нарезания зубьев нормального зуборезного инструмента.

К недостаткам надо отнести: сравнительно низкую стойкость из-за быстрого износа и разрушения зубьев; отсутствие упруго-демпфирующих свойств.

Зубчатая муфта общего назначения по ГОСТу 5006-55 (рис.2.6) состоит из двух обоев с внутренними зубьями, находящимися в зацеплении соответственно с двумя зубчатыми втулками с наружными зубьями. Зубья - эвольвентного профиля. В зацеплении имеет место повышенный боковой зазор. Компенсация смещений валов достигается перекосом втулок относительно обоев за счет боковых зазоров и сферической поверхности наружных зубьев.

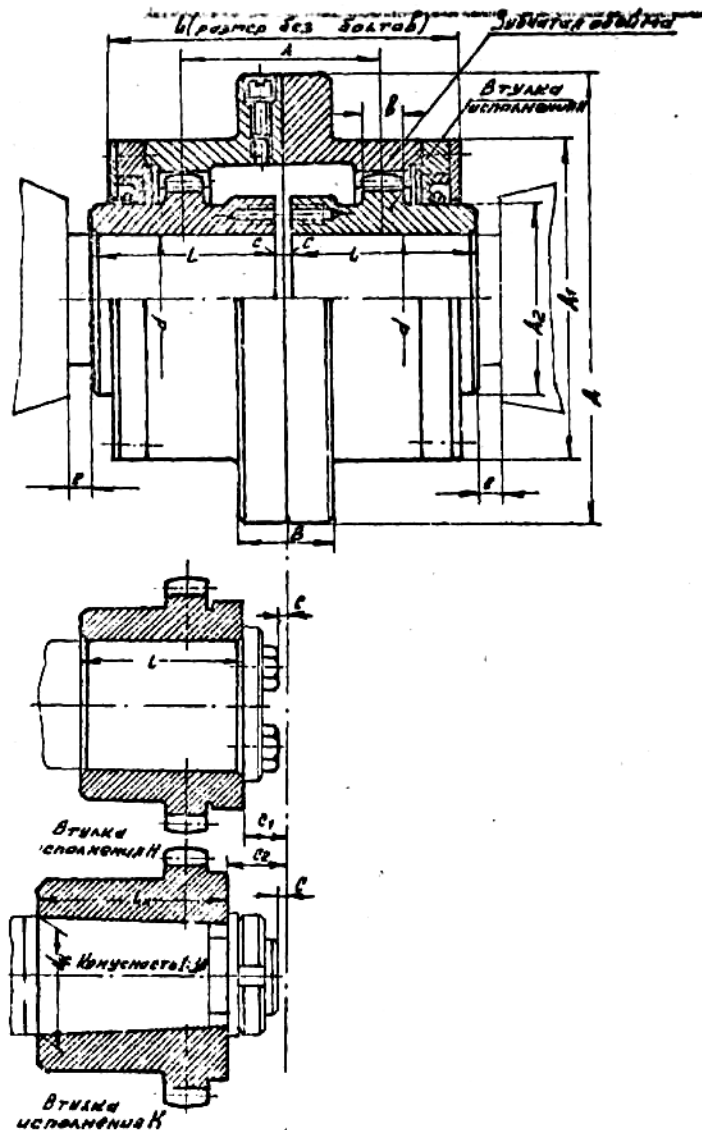


Рис. 2.6 Зубчатая муфта типа МЗ.

ГОСТом предусмотрены два типа зубчатых муфт: муфты МЗ (см. рис.2.6) - для непосредственного соединения валов, состоящие из двух зубчатых втулок и двух обоем; муфты МЗП (рис.2.7 и 2.8) - для соединения валов с применением промежуточного вала, представляющие собой комплект из двух муфт. Каждая муфта состоит из одной зубчатой втулки и одной обоемы %гпжкрепленнбй к фланцу - два исполнения.

Размеры и параметры муфт приведены в табл.2.3.

Для снижения потерь на трение и увеличения долговечности зубьев зубчатое зацепление работает в масляной ванне.

Материал втулок и обоем - сталь 40 (ГОСТ 1050-60) при больших диаметрах рала ($d > 80 \dots 140 \text{ мм}$) - сталь 45Л (ГОСТ 977-65). Термическая обработка зубьев: при скорости $V > 5 \text{ м/сек}$ - твердость рабочих поверхностей не менее HRC 40; при $V < 5 \text{ м/сек}$ - твердость не менее HB 280.

Ввиду сложности учета условий работы зубьев нет надежной методики расчета их. Муфты выбираются по ГОСТу 5006-55 (по диаметру вала) с последующей проверкой их на прочность по максимальному длительно действующему моменту $M_{\text{раб}}$ из условия $M_{\text{раб}} \cdot K_1 K_2 \leq [M_k]$ и по максимальному кратковременному моменту M_0 из условия

$$M_0 \leq 2[M_k]$$

где K_1 - коэффициент ответственности передачи;

K_2 - коэффициент условий работы муфты (табл.2.4).

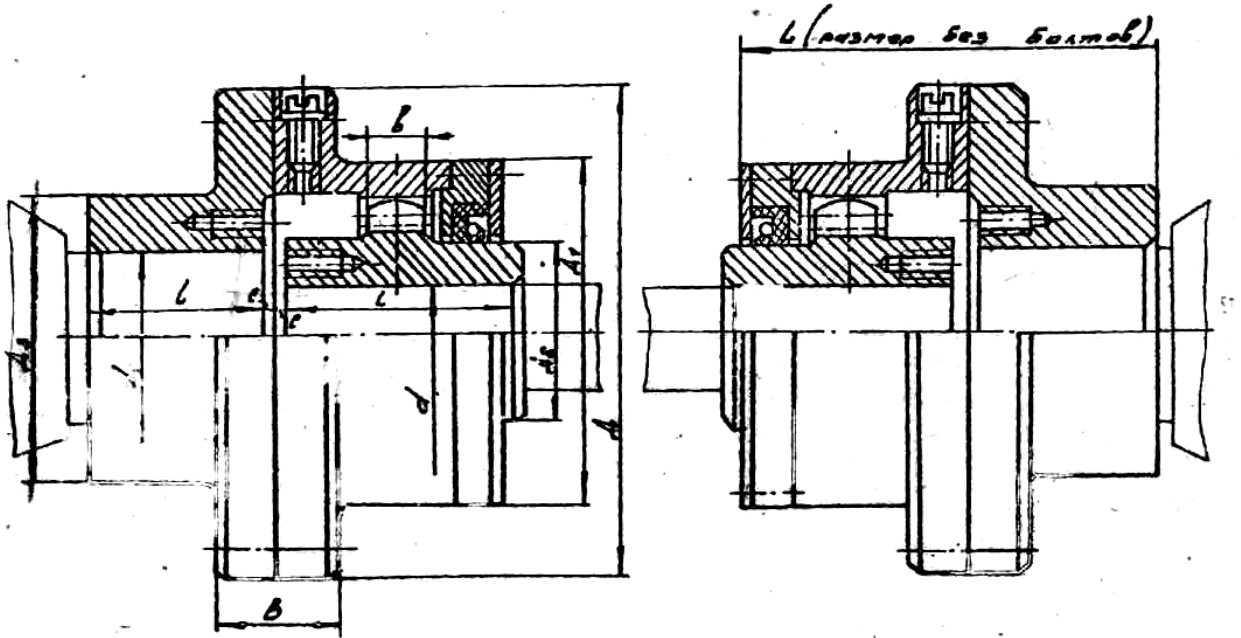


Рис. 2.7 Зубчатая муфта типа МЗП (Исполнение 1)

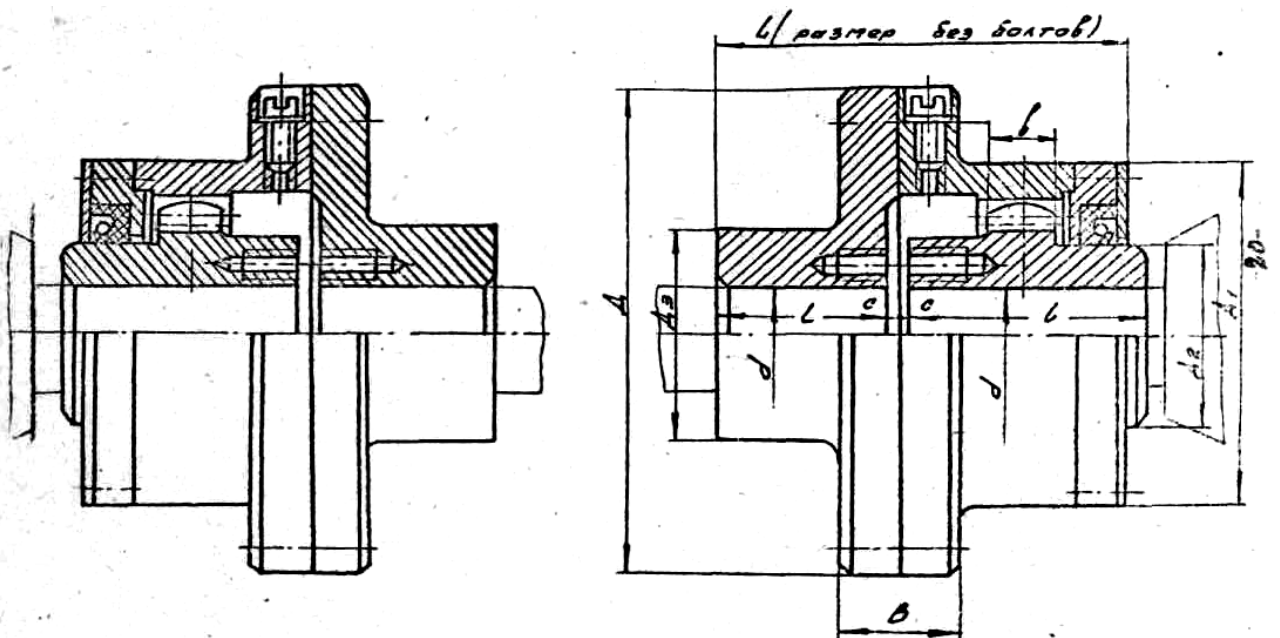


Рис. 2.8 Зубчатая муфта типа МЗП (Исполнение 2)

Таблица 2.3

Размеры и параметры муфт типа МЗ и МЗП

Обозначение	[M _к] кг см	[n] об/мин	d	d _к	d ₁	А не менее	D	D ₁	D ₂	D ₃	L		B	l	l _к	
											для МЗ	для МЗП				
			не более			не более										
Размеры в мм																
1	71	6300	40	38	60	49	170	110	55	95	115	115	34	55	55	2
2	140	5000	50	55	70	75	185	125	70	110	145	145	34	70	80	2
3	315	4000	60	55	90	95	220	150	90	145	170	175	40	85	80	2
4	560	3350	75	75	100	125	250	175	110	170	215	215	40	105	105	2
5	800	2800	90	95	120	145	290	200	130	190	235	240	50	115	130	5
6	1180	2500	105	-	130	160	320	230	140	210	255	260	50	125	-	5
7	1900	2120	120	120	150	185	350	260	170	240	285	290	50	140	165	5
8	2360	1900	140	150	170	210	380	290	190	270	325	330	50	160	200	5
9	3000	1700	160	-	190	220	430	330	210	280	335	340	50	165	-	5
10	5000	1400	180	-	210	245	490	390	260	320	365	270	50	180	-	5

Примечание: 1. Перекос оси каждой втулки относительно оси обоймы при работе не должен быть более 0°30'.

2. [a], [б] – допускаемые муфтами МЗ радиальные и угловые смещения осей валов.

Таблица 2.4

Значения коэффициентов K₁ и K₂

При остановке машины	1,0	K ₁
При аварии машины	1,2	
При аварии ряда машин	1,5	
Человеческие жертвы	1,8	
При спокойной работе равномерно нагруженных механизмов	1,0	K ₂
При работе неравномерно нагруженных механизмов	1,1...1,3	
При тяжелой работе с ударами неравномерно нагруженных и реверсных механизмов	1,3...1,5	

2.2.2 Кулачково-дисковые муфты

Кулачково-дисковые муфты предназначены в основном для соединения валов со значительным радиальным смещением (до $0,04 d$), допускают также незначительное угловое смещение (не более $0^{\circ}30'$).

Муфта (рис.2.9) состоит из двух полумуфт и промежуточного диска с кулачками, расположенными крестообразно и входящими в соответствующие пазы на полумуфтах»

Основные размеры и параметры муфт приведены в табл.2.5.

Кулачково-дисковая муфта имеет пониженную надежность работы вследствие значительного износа рабочих поверхностей наличия центробежной силы, действующей на диск, потери на трение.

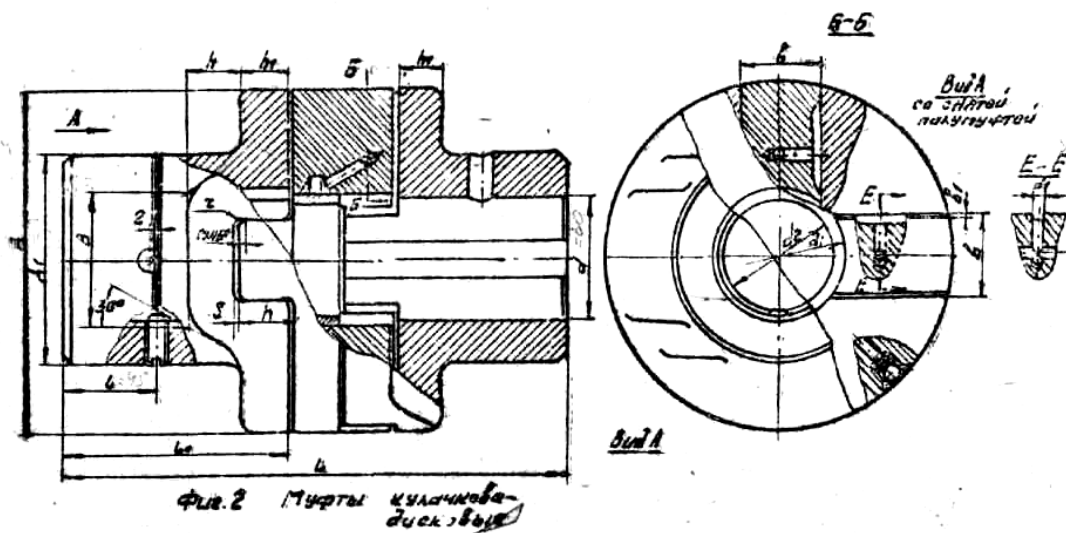


Рис. 2.9 Муфта кулачково-дисковая

Таблица 2.5

Муфты кулачково-дисковые (рис. 2.9)

Обозначение	d	D	D ₁	d ₁	d ₂	L	L ₁	l	B	b	h	h ₁	[M _к] кг см	[n] об/мин	
	мм														
20	20			25	19								250	25	
25	25	90	45	30	24	115	50	20	30	18	12	12			
30	30			34	28										
36	36	110	60	40	34	160	70	30	38	24	16	15			50
40	40			45	38										
45	45	130	80	50	42	200	90	40	50	30	20	18			80
50	50			55	48										
55	55	150	95	60	52	240	110	45	60	38	25	20			125
60	60			65	58										
65	65	170	105	70	60	275	125	50	70	45	30	25	200		
70	70			75	65										
75	75	190	115	80	70	310	140	60	82	50	34	30	320		
80	80			85	75										
85	85	210	130	90	80	355	160	70	90	55	38	35	500		
90	90			95	85										

Примечание: 1. Зазор между плоскостями диска и полумуфт при $d \leq 80$ мм $S = 0,5^{+0,3}$ мм; $d > 80$ мм $S = 1^{+0,5}$ мм.

2. Размеры $c = 1 \dots 2$ мм, $B_1 = 1 \dots 2$ мм, $r = 0,8 \dots 1,5$ мм, $d_3 = 2 \dots 3$ мм.

Материал полумуфт и диска - сталь 45Л (ГОСТ 977-65). Кулачки и рабочая поверхность пазов закаливаются токами высокой частоты на глубину 2...3мм, твердость HRC 46...50.

Проверка размеров муфты сводится к определению величины удельного давления на рабочих поверхностях пазов:

$$P = \frac{12M_p}{h(2D+d)(D-d)} \leq [P], \quad (2.3)$$

где h - рабочая высота выступа диска;

$[P]$ - допустимое давление на рабочих поверхностях; принимается (100...150)кгс/см² для незакаленных стальных и чугунных поверхностей, (150...300) кгс/см² для тех же материалов при закаленных рабочих поверхностях и надежной смазке.

Более совершенной является муфта со скользящим сухарем (рис.2.10), размеры и параметры которой приведены в табл.2.6. Она допускает радиальное смещение до 0,2 мм при сборке и до (0,01d+0,25) мм при работе, а также перекос до 0°40'.

В муфте (см.рис.2.10) промежуточный подвижный элемент - сухарь- выполнен из текстолита, а полумуфта из стали (при d= 45мм) или чугуна (при d>45мм). Для подвода смазки к трущимся поверхностям в сухаре сделаны отверстия. Центральное отверстие в сухаре может быть использовано как резервуар для смазки.

Удельное давление для такой муфты определяется по формуле:

$$P = \frac{6M_p}{hb^2} \leq [P], \quad (2.4)$$

где h и b - размеры сухаря (см. рис. 2.10),
 $[p] = 80...100$ кгс/см² (для текстолита).

2.2.3. Цепные муфты.

Цепная муфта (рис.2.11I) состоит из двух звездочек с одинаковым числом зубьев и охватывающей их общей цепи: кожуха.

Цепные муфты бывают с однорядной втулочно-роликовой цепью (см. рис. 2.11) и двухрядной цепью.

Достоинства цепной муфты: простота конструкции и обслуживания; надежность в работе; технологичность изготовления и сравнительно малые габариты и вес; удобный монтаж и демонтаж способность компенсировать радиальные и угловые смещения за счет относительной податливости деталей цепи и их деформации.

Недостатком является наличие угловых зазоров и мертвого хода, вследствие чего они не могут применяться в реверсивных передачах, а также при наличии больших динамических нагрузок.

Цепные муфты с однорядной цепью нормализованы: со шпонками (МН 2091-61) (см. рис.2.11) и шлицами (МН 2092-61). Размеры и основные параметры приведены в табл.2.7.

Материал звездочек - сталь 45 (ГОСТ 1050-60), твердость зубьев HRC 40...45. Профиль зубьев берется по ГОСТУ 591-61.

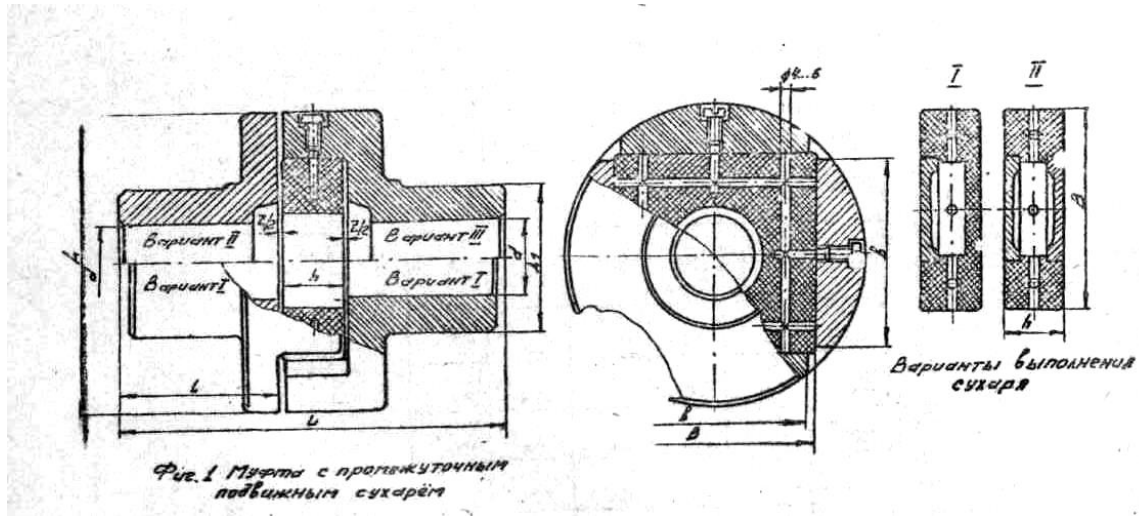


Рис. 2.10 Муфта со скользящим сухарем

Таблица 2.6

Муфты со скользящим сухарем по нормам (рис. 2.10)

[M _к], кгс·м	[n], об/мин	d	D	D ₁	L	l	Z	h	B	B
		мм								
4	7000	20	80	50	84	30	2	20	45	50
5		22								
8		25								
11	5700	28	100	60	124	50		25	55	60
13		30								
16	4700	32	120	75	149	60		30	75	80
21		40								
32	3800	45	150	90	184	75		40	90	100
45		50								
50	3200	55	180	110	224	90		50	110	120
66,5		60								
86,5	2600	65	220	130	254	100	130	140		
110		70								
137	2200	75	250	150	274	110	60	150	160	
169		80								
204	1800	85	290	170	304	120	170	180		
245		90								
291	1700	90	330	190	334	140				

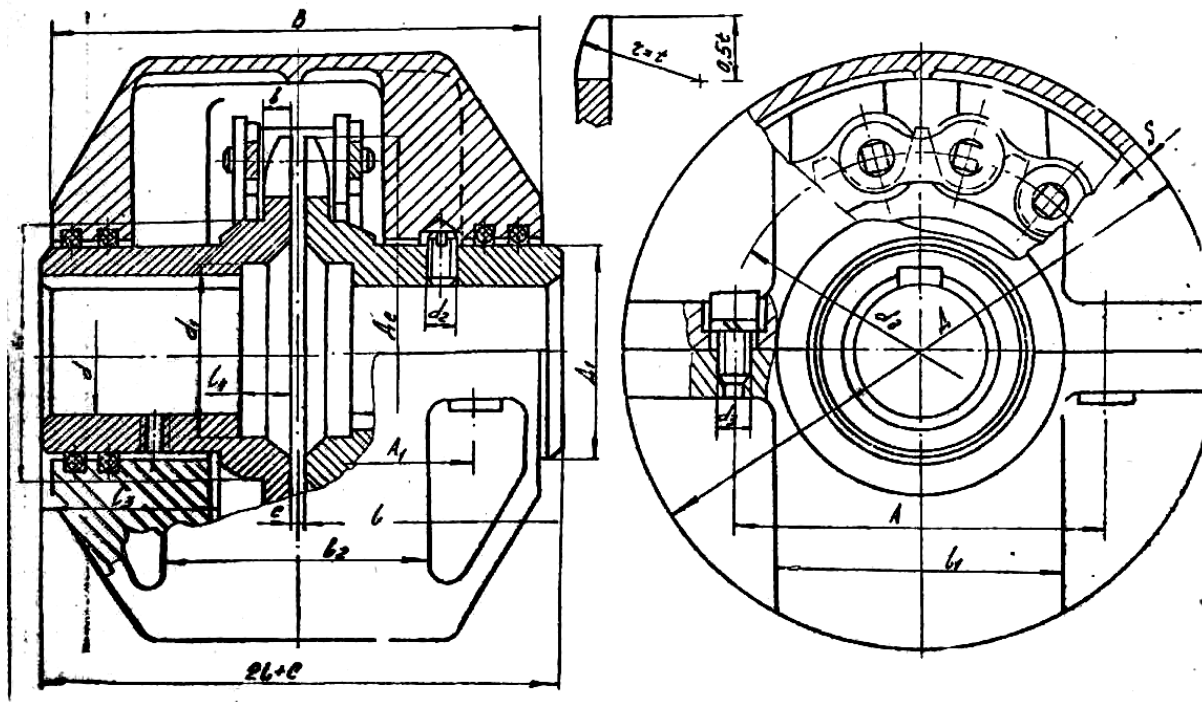


Рис. 2.11 Муфты цепные однорядные со шпонками по МН2091-61

Муфты цепные однорядные (рис. 2.11) со шпонками и со шлицами

d, мм	n max, об/мин	Z·α·D ₁	[M _к], кгс·м	D, мм	L, мм	Диаметр ролика	Расстояние между пла- стинами	Шаг	Количество звеньев	[M _к], кгс·м
						мм				
20	1600	6·18·22	8	110	90	12	12,9	19,05	12	8
22	1600	6·21·25	12	110	90				10	10
25	1400	6·23·28	16	125	110				20	16
28	1400	6·26·32	20	125	110				20	20
28	1400	6·28·34	25	125	110				20	20
(30)	1200	6·28·34	25	140	120	16	15,9	25,4	12	25
32	1200	6·32·38	32	140	120					25
(35)	1200	6·32·38	32	140	120					32
36	1200	8·36·42	42	140	120					32
40	1000	8·42·48	60	180	150					40
45	1000	8·46·54	80	180	150	22	23,15	38,1	10	60
50	1000	8·52·60	100	180	150					80
55	800	8·56·65	120	210	170					100
60	800	8·62·72	160	210	180					140
70	700	10·72·82	220	280	210				200	
60	700	10·82·92	320	280	240	32	3	50,8	1,2	250
90	700	10·92·102	400	280	270					320

Примечание: 1. Допускаемое угловое смещение валов – до 1⁰, поперечное смещение – до (0,5...1,2) мм

2. Диаметр, заключенные в скобки, по возможности не применять.

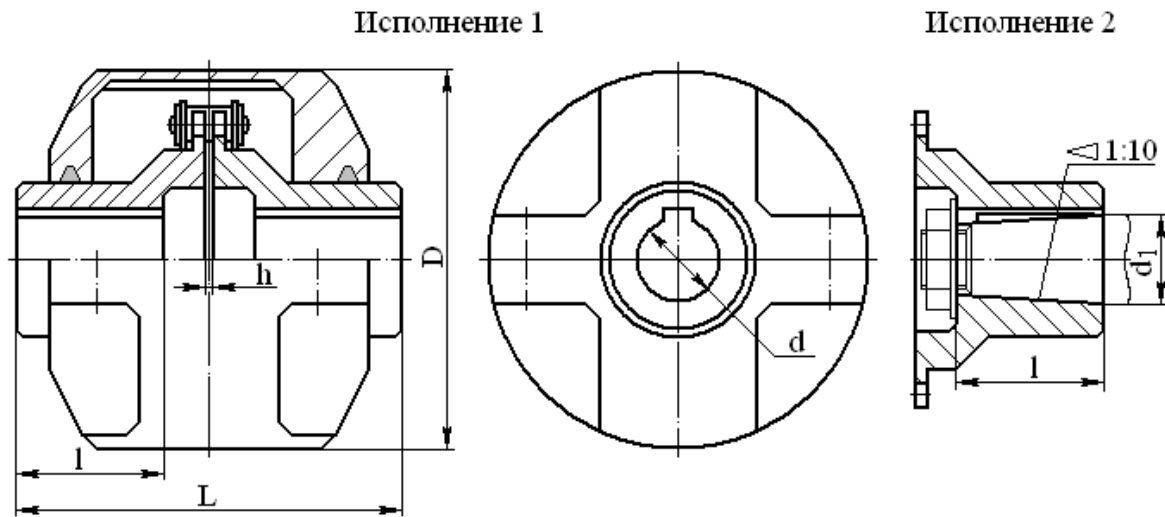


Рис. П.14. Цепная муфта типа 1

Таблица П.26

Основные параметры, габаритные и присоединительные размеры кулачково-дисковых муфт (рис. П.15 по ГОСТ 20720-93)

Номинальный вращающий момент [Т], Н·м	dH7; d ₁ H9 Ряд 1	dH7; d ₁ H9 Ряд 2	D, не более	L, не более		l		l ₁		Радиальное смещение осей валов, не более
				для исполнений						
				1, 3	2, 4	1	2	3	4	
16	16,18	-	100	-	-	-	-	-	-	0,6
31,5	16	-		-	75	-	28	-	18	0,7
	18	-		-	-	-	-	-	-	
	-	19		-	-	-	-	-	-	
63	20	-		-	90	-	36	-	24	0,8
	22	-	-	-	-	-	-	-		

	-	24								
	25	-								
	28	-								
125	25	-	140	-	105	-	42	-	26	1,0
	28	-								
	30,32	-								
	35,36	-								
250	32,35, 36	-	170	185	140	80	58	60	38	1,2
	-	38								
	40	42								
	45	-								
400	-	38		185	140	80	58	60	38	1,6
	40	42								
	45,50	48								
	-	53								

Продолжение табл. П.26

Номиналь- ный враща- ющий мо- мент [Т], Н·м	dH7; d ₁ H9	dH7; d ₁ H9	D, не более	L, не более	l		l ₁		Радиальное смещение осей валов, не более	
	Ряд 1	Ряд 2		для исполнений						
	1, 3	2, 4		1	2	3	4			
630	45,50	48	210	245	190	110	82	84	56	2,0
	-	53								
	55	56								
	60,63	-								
1000	50	-	210	245	190	110	82	84	56	2,2
	-	53								
	55	56								
	60	-								
	63	65								
	70,71	-		305	235	140	105	107	72	
1600	60	-	250							2,5

	63	-								
	-	65								
	70,71	-								
	-	75								
	80	-								
	-	85								
2500	70,71	-	290							3,0
	-	75								
	80	-								
	-	85								
	90	-								
	-	95								
100	-	360	280	170	130	132	92			
4000	80	-	310							3,5
	-	85								
	90	-								
	-	95								
	100	-								
	-	105								
110	-	440	350	210	165	167	122			

Максимальная частота вращения приведенных муфт – 4 с^{-1} . Угловое смещение осей валов до $30'$. Полумуфты изготавливают следующих исполнений: 1 – с цилиндрическими отверстиями для длинных концов валов по ГОСТ 12080-66; 2 – то же для коротких концов валов по ГОСТ 12080-66; 3 – с коническими отверстиями для длинных концов валов по ГОСТ 12081-72; 4 – то же для коротких концов валов по ГОСТ 12081-72.

Допускается применять сочетание полумуфт разных типов и исполнений с посадочными отверстиями различных диаметров в пределах одного номинального вращающего момента.

Пример условного обозначения кулачково-дисковой муфты с номинальным вращающим моментом 250 Н·м, диаметром посадочного отверстия полумуфт 32 мм, с полумуфтами исполнения 1, климатического исполнения У, категории 3:

Муфта 250-32-1-У3 ГОСТ 20720-93.

2.3. Упругие муфты

Эти муфты характеризуются наличием упругого элемента, за счет деформации которого осуществляются взаимное перемещение деталей муфты, необходимых, для компенсации смещения осей валов, смягчение толчков и ударов нагрузки, предотвращение опасных колебаний.

Упругие элементы могут быть металлическими (стальные пружины) и неметаллическими (обычно резиновыми). К муфтам с неметаллическими упругими элементами относятся упругие втулочно-пальцевые, муфты с резиновой звездочкой, муфты с упругими оболочками, с резиновыми шпонками, брусками.

2.3.1. Втулочно-пальцевые муфты

На рис.2.12 представлена втулочно-пальцевая муфта, изготавливаемая по нормали машиностроения МП 2096-64. Во фланце полумуфты I коническими хвостовиками укрепляются пальцы 2, на которые надеваются упругие резиновые втулки 3. Упругие втулки входят в отверстия, расположенные во фланце полумуфты 4. Отверстия под пальцы в ступицах полумуфт растачиваются коническими или цилиндрическими. Всего предусмотрено 4 исполнения: 1 (см. рис.2.12) - обе полумуфты с расточкой под цилиндрический конец вала; 2 (см. рис.2.13) - обе полумуфты с расточкой под конический конец вала; 3 и 4 (см. рис.2.13) - одна полумуфта с расточкой под цилиндрический конец вала и вторая с расточкой под конический конец вала.

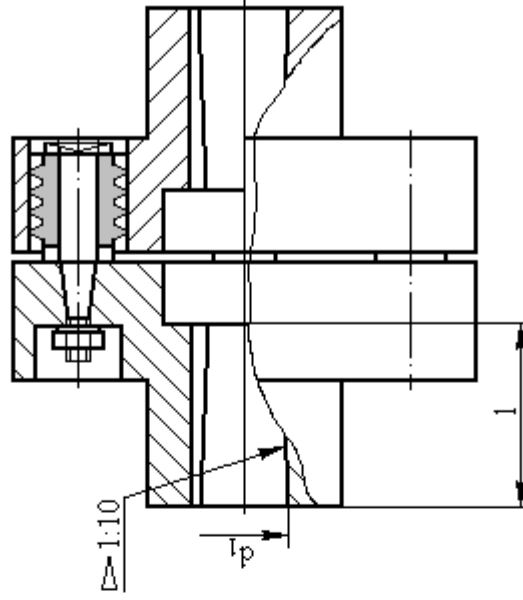
Таблица П.22

Основные конструктивные и эксплуатационные параметры упругих втулочно-пальцевых муфт (рис. П.11 по ГОСТ 21424-93)

Допускаемый крутящий момент [Т], Н·м	dH8, d1H9	D, не более	L, не более				1 H14				Частота вращения, с ⁻¹ , не более	Смещение валов, не более	
			Исполнение				Исполнение					радиальное Δr, мм	угловое
	1-й ряд		1	2	3	4	1	2	3	4			
6,3	12, 14	75	63	53	63	-	30	25	20	-	127	0,2	1°30'
	16		83	59	83	59	40	28	30	18			
31,5	16, 18	90	84	60	84	60	40	28	30	18	106		
63	20, 22	100	104	76	104	76	50	36	38	24		95	
125	25, 28	120	125	89	125	89	60	42	44	26	77		
	30		165	121	165	121	80	58	60	38			
250	32, 36	140	165	121	165	121	80	58	60	38	63	0,3	1°00'
	40, 45		226	169	226	169	110	82	85	56			
500	40, 45	170	226	169	226	169	110	82	85	56	60		

710	45, 50, 56	190	226	170	226	170	110	82	85	56	50	0,4	
1000	50, 56 63	220	226	170	226	170	110	82	85	56	48		
	286		216	286	216	140	105	107	72				
2000	63, 71 80, 90	250	288	218	288	218	140	105	107	72	38		
	348		268	348	268	170	120	135	95				
4000	80, 90	320	350	270	350	270	170	130	135	95	30	0,5	0°30'
8000	100, 110, 125	400	432	342	432	342	210	165	170	125	24		
<p>ГОСТ предусматривает 2-й ряд диаметров d и d_1: 19, 24, 30, 35, 38, 42, 48, 55, 60, 65, 70, 75, 85, 95, 120, 130, 150 мм.</p> <p>Размеры шпоночных пазов и предельные отклонения по ГОСТ 23360-78 для исполнений 1; 3 и ГОСТ 10748-79 для исполнений 2; 4.</p> <p>Допускается сочетание полумуфт разных исполнений с различными диаметрами посадочных отверстий в пределах одного номинального вращающего момента.</p> <p><i>Пример обозначения</i> упругой втулочно-пальцевой муфты с допускаемым крутящим моментом 250 Н·м, диаметром посадочного отверстия $d=40$ мм, исполнения полумуфт 1, климатическим исполнением У, категории 3:</p> <p style="text-align: center;">Муфта 250-40-1-У3 ГОСТ 21424-93.</p> <p>То же, с допускаемым крутящим моментом 250 Н·м, одна из полумуфт диаметром $d=32$ мм, исполнения 1, другая – диаметром $d=40$ мм, исполнения 4, климатическим исполнением У, категории 3:</p> <p style="text-align: center;">Муфта 250-32-1-40-4-У3 ГОСТ 21424-93.</p>													

Исполнения 3 и 4



Исполнения 1 и 2

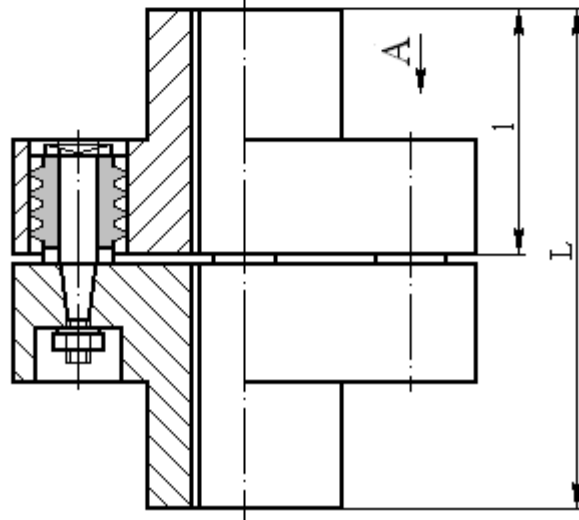
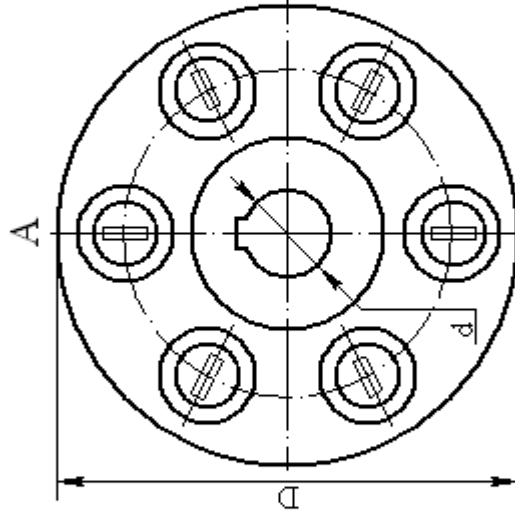


Рис. П.11. Муфта упругая втулочно-пальцевая

В табл.2.8 приведены размеры и параметры муфты,

Примечание (табл. 2.8):

1. Размеры в скобках по возможности не применять.
2. Допускаемые радиальные смещения осей валов: при $d \leq 3,8$ мм – не более 0,2 мм, при $d = 40 \dots 55$ мм не более 0,3мм, при $d = 60 \dots 90$ мм не более 0,5мм.
3. Допускаемые угловые смещения валов – до 1° .

На рис.2.14 (табл.2.9) приведены размеры пальцев с резиновыми и распорными втулками.

Таблица 2.8

Размеры (в мм) и параметры муфты (рис. 2.12, 2.13)

[M _к], кгс·м	n, об/мин	d	D	L _{max}	R	D ₁	L ₁	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	h	c	b min	Пальцы	
																				d _n	Z
3,2	6300	16 18	90	84	29	75	40	30	32	30	20	M6	25	13	10	22	1,5	1...4	28	10	4
5,5	5600	20 22	100	104	34	84	50	40	42	34	20	M6	25	13	10	22	1,5	1...4	28		6
13	4750	25 28	120	125	41	112	60	52	55	42	28	M8	32	16	16	35	2	1...5	42		
24	4000	(30) 32 (35) 36 (38)	140	165	50	130	80	70	72	55	28	M10	32	16	20	35	2	1...5	42		
45	3360	40 (42) 45	170	226	60	160	110	80	84	68	36	M10	42	22	25	45	3	2...6	55		
70	3000	(48) 50 55	190	226	70	178	110	100	104	80	36	M12	42	22	25	45	3	2...6	55		
110	2650	60 (65)	220	286	85	208	140	120	130	105	36	M12	42	22	32	45	3	2...6	55		
200	2240	70 (75)	250	288	95	238	140	135	145	120	46	M16	58	28	32	55	3	2...8	70		
400	1700	80 (85) 90 (95)	320	350	121	305	170	175	180	145	58	M16	75	36	35	70	4	2...10	85		

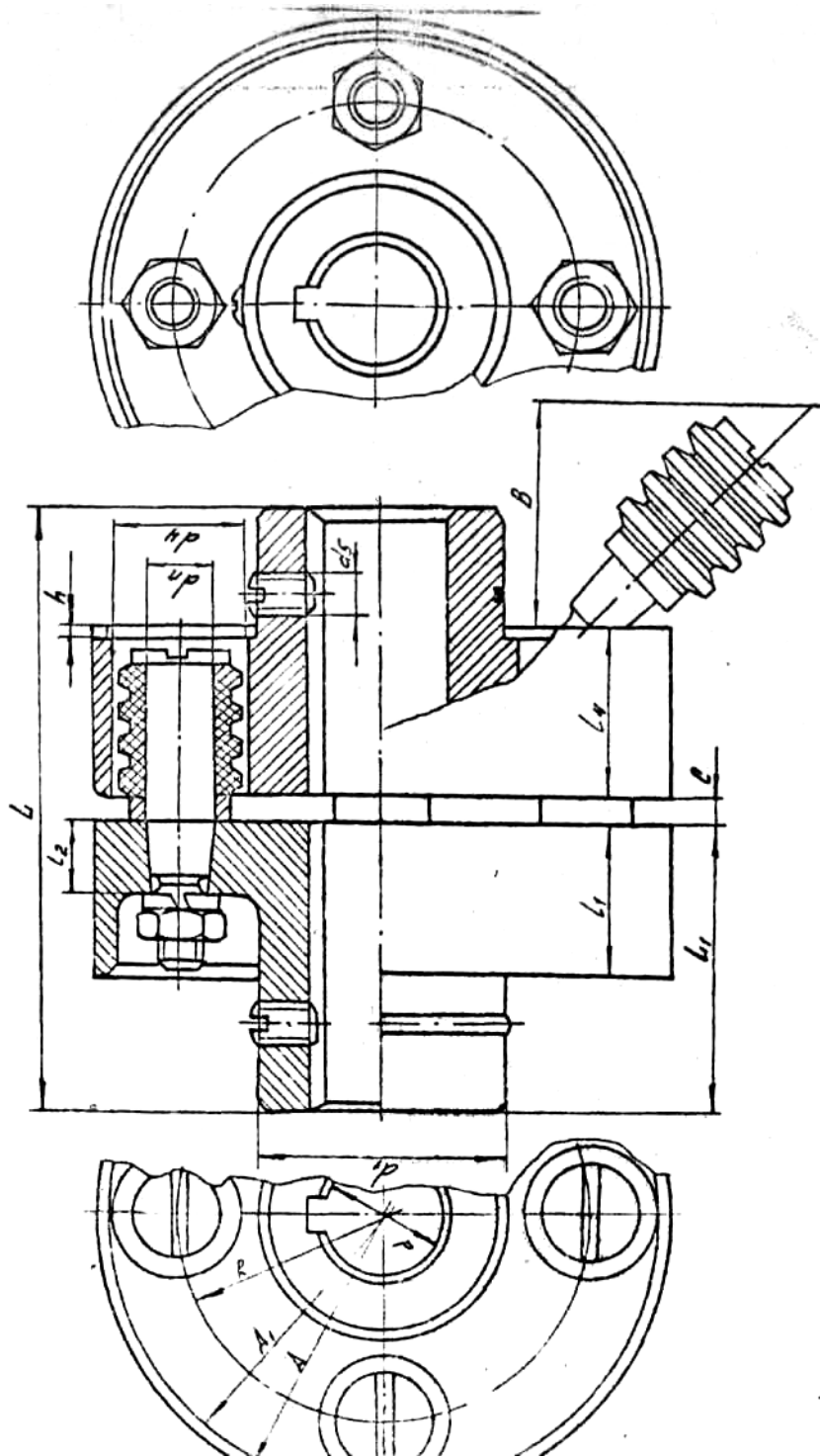


Рис. 2.12 Муфты МУВП по нормали МН 2096-64

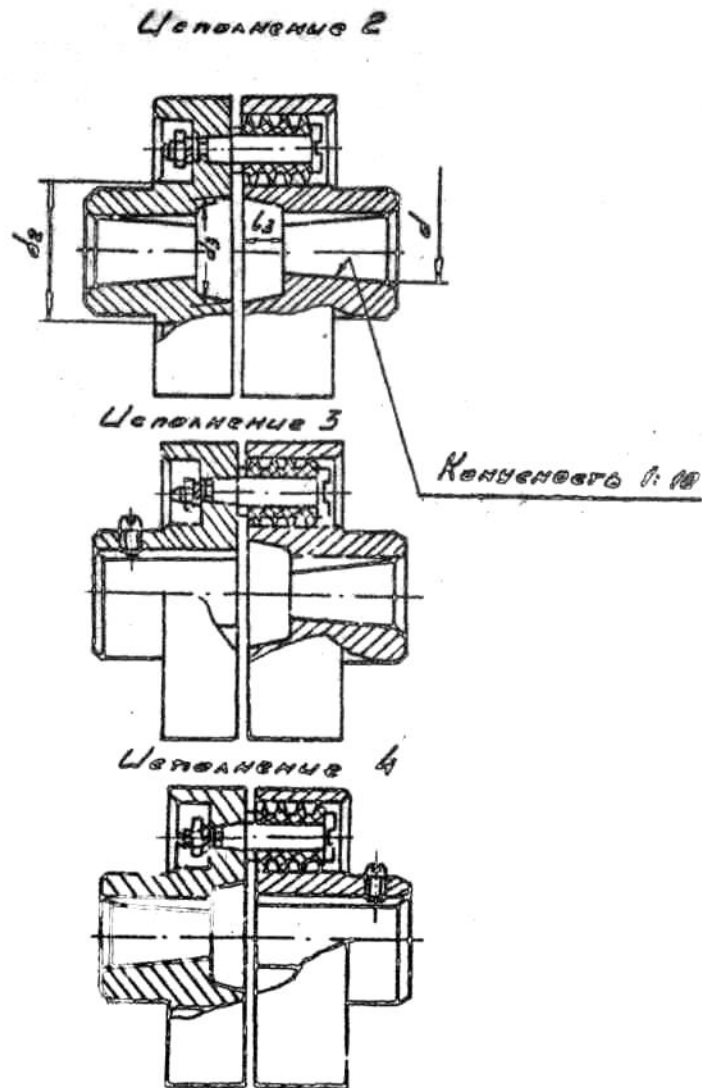


Рис. 2.13

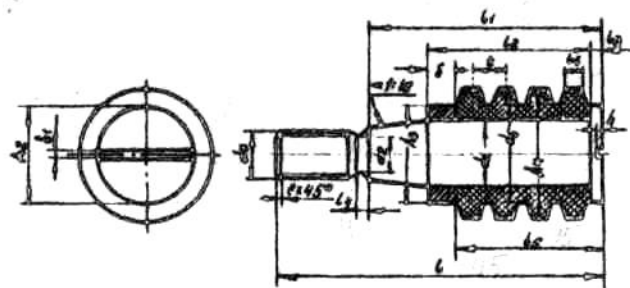


Рис. 2.14 Пальцы с втулками муфты МУВП

Полумуфты изготавливаются из чугуна СЧ 21-40, допускается изготовление из стали 3, пальцы - из стали 45; втулки, упругие - из резины с пределом прочности при разрыве не менее 80 кгс/см^2 и относительным удлинением при разрыве не менее 300%.

Напряжение смятия на упругом элементе определяется по следующей формуле:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2M_p}{D_1 l d Z} \leq [\sigma_{\text{см}}], \quad (2,5)$$

где Z - число пальцев;
 D_1 - диаметр окружности расположения пальцев;
 l - длина втулки;
 d - диаметр пальца под упругим элементом;
 $[\sigma_{\text{см}}] = 20 \text{ кгс/см}^2$ - для резины и кожи.
 Напряжение в пальцах при изгибе:

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{2M_p l}{0,1 Z D_1 d^3} \leq [\sigma_{\text{и}}] \quad (2.6)$$

где $[\sigma_{\text{и}}] = \sigma_{\text{т}}/n$ при запасе прочности $n=3$;
 $\sigma_{\text{т}}$ - предел текучести материала пальцев.

На рис.2.15 показана муфта МУВП, применяемая в подъемно-транспортном машиностроении. Одна полумуфта выполнена в форме тормозного шкива. Размеры муфт соответствует нормали МН 2096-64, Соотношения между габаритными размерами муфты и тормозного шкива приведены на рис.2.15.

$$D_{\text{т}} \approx (1,0 \dots 1,5) B$$

$$B_{\text{т}} \leq L_1$$

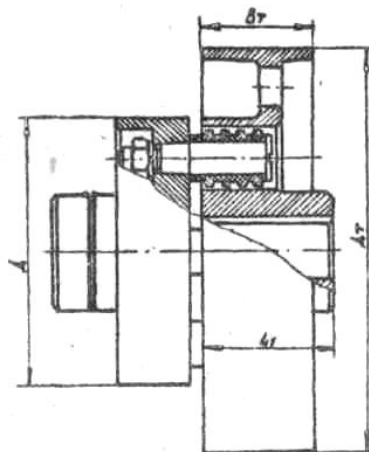


Рис. 2.15 Муфта МУВП с тормозным барабаном

2.3.2. Муфты со звездочкой

Муфты с резиновой звездочкой по ГОСТу 14084-68 (рис.2.16 и 2.17) состоит из одинаковых полумуфт I и 2, имеющих на фланцах торцовые кулачки, и упругого элемента 3, выполненного в форме звездочки. Выступы звездочки располагаются между кулачками полумуфт и работают на сжатие через один при действии крутящего момента.

Размеры и параметры муфты приведены в табл.2.10.

Материал пол/муфт - сталь 35 (для муфт с $D=25...40$ мм) или чугун СЧ 21-40 (для муфт с $D=50...160$ мм). Материал звездочки - резина бензомаслостойкая марки А мягкая по ГОСТу 7338-66.

Таблица П.23

Основные конструктивные и эксплуатационные параметры упругих муфт со звездочкой (рис. П.12 по ГОСТ 14084-93)

Допускаемый крутящий момент [Т], Н·м	d	D	L		l		C, мм	Частота вращения c^{-1} , не более	Смещение осей валов, не более	
			Исполнение						радиальное Δr	угловое
			1	2	1	2				
6,3	10, 11	45	59,5	53,5	23	20	1,5	83	0,1	1°30'
	12, 14		73,5	63,5	30	25				
16	12, 14	53	81	71	30	25	63	0,2		
	16, 18		101	77	40	28				
25	14	63	81	71	30	25	58	0,2		
	16, 18		101	77	40	28				
	20		121	93	50	36				
31,5	16, 18	71	101	77	40	28	50	0,3		
	20, 22		121	93	50	36				
63	20, 22	85	128	100	50	36	37	0,4		
	25, 28		148	112	60	42				
125	25, 28	105	148	112	60	42	33	0,4		
	32, 36		188	144	80	58				
250	32, 36	135	191	147	80	58	30	1°		
	40, 45		251	195	110	82				
400	38	166	196	152	80	58	25	1°		
	40, 45		256	200	110	82				

Для муфт с [Т]=6,3 Н·м резиновая звездочка имеет 4 лепестка.
 Для муфт с [Т]≥16 Н·м резиновая звездочка имеет 6 лепестков.
 Муфты изготавливают двух исполнений: 1 – на длинные концы валов, 2 – на короткие концы валов по ГОСТ 12080-66.
 Пример обозначения упругой муфты со звездочкой с допускаемым крутящим моментом 125 Н·м, диаметром посадочных отверстий в полу-

муфтах $d=32$ мм, с полумуфтами исполнения 1, климатического исполнения У, категории 3:

Муфта 125-32-1-У3 ГОСТ 14084-93.

То же, с полумуфтами: одна диаметром $d=32$ мм, исполнения 1, другая диаметром $d=25$ мм, исполнения 2, климатического исполнения У, категории 3:

Муфта 125-32-1-25-2-У3 ГОСТ 14084-93.

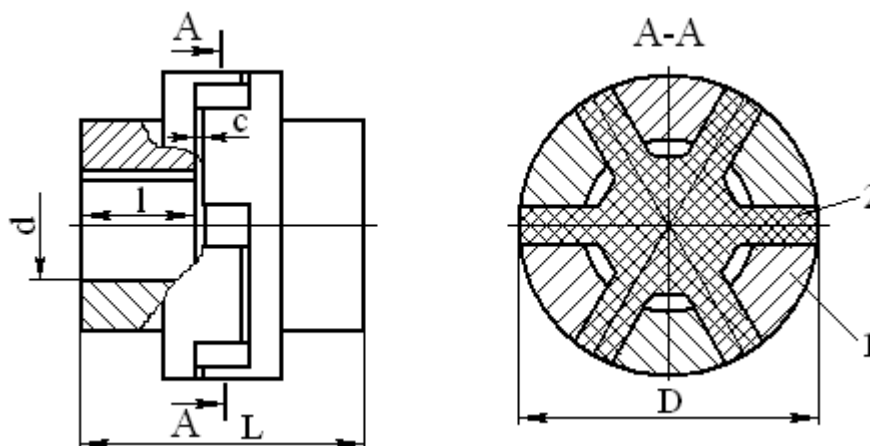


Рис. П.12. Муфта упругая с резиновой звездочкой:

1 – полумуфта; 2 – звездочка

Таблица П.24

Основные конструктивные и эксплуатационные параметры упругих муфт с торообразной оболочкой (рис. П.13 по ГОСТ 20884-93)

Номинальный вращающий момент [Г], Н·м	d H7	d ₁ H9	D, не более	L, не более	l, не более	Допускаемая частота вращения, с ⁻¹	Допускаемое смещение полумуфт				
				Исполнение				осевое Δl	радиальное Δr	угловое	
				1	2		1				2
20	14	100	105	-	28	50	1,0	1,0	1°00'		
	16, 18, 19		110	95	30					20	
40	18, 19	125	115	100	30	50	1,0	1,0			
	20, 22, 24		130	120	38					26	
	25		140	130	44					28	
80	22, 24	160	140	130	38	50	2,0	1,6			
	25, 28		150	140	44					28	
	30		185	170	60					40	
125	25, 28	180	155	145	44	41	2,0	1,6			
	30, 32		190	175	60					40	
	35, 36										
200	30, 32	200	200	185	60	41	2,5	2,0			
	35, 36, 38		250	235	84				60		
	40										
250	32, 35	220	205	185	60	40	33	3,0	2,5		

	36, 38								
	40, 42, 45		255	240	84	60			
315	35, 36, 38	250	215	195	60	40			
	40, 42		270	250	84	60			
	45, 48								

Продолжение таблицы П.24

Номинальный вращающий мо- мент [Т], Н·м	d H7	d ₁ H9	D, не более	L, не бо- лее		l, не бо- лее		Допускаемая ча- стота вращения, с ⁻¹	Допускаемое сме- щение полумуфт		
				Исполнение					осе- вое Δl	ради- аль- ное Δr	угло- ло- вое
				1	2	1	2				
500	40, 42	280	270	250	84	60	26	3,6	3,0	1°00'	
	45, 48										
	50, 53										
	55, 56										
800	48, 50	320	280	270	84	60	26	3,6	3,0	1°00'	
	53, 55, 56										
	60, 63										
1250	55, 56	360	280	230	84	60	26	4,0	3,6	1°00'	
	60, 63										
	65, 70										
	71, 75										
2000	63, 65	400	350	270	108	75	26	4,5	4,0	1°00'	
	70, 71, 75										
	80, 85, 90										
3150	75	450	355	285	108	75	26	4,5	4,0	1°00'	
	80, 85										
	90, 95										
	100										
5000	90, 95	500	415	335	132	96	21	5,0	5,0	1°30'	
	100, 105										
	110										
	120, 125										
8000	100, 105	560	495	400	168	126	18	5,6	5,0	1°30'	
	110, 120										
	125										
	130, 140										

Стандарт предусматривает упругие муфты двух типов: 1 – с оболочкой выпуклого профиля; 2 – с оболочкой вогнутого профиля. В таблице приведены размеры муфт 1 типа.

Полумуфты каждого типа изготавливают в двух исполнениях: 1 – с цилиндрическими отверстиями для коротких концов валов по ГОСТ 12080-66; 2 – с коническими отверстиями для коротких концов валов по ГОСТ 12081-72.

Допускается соединение полумуфт разных исполнений с различными диаметрами посадочных отверстий, если эти полумуфты предназначены для передачи одно-

го и того же номинального вращающего момента.

Пример условного обозначения упругой муфты с номинальным вращающим моментом 250 Н·м, типа 1, диаметром отверстия полумуфт 40 мм, с полумуфтами исполнения 1, климатического исполнения У, категории 3:

Муфта 250-1-40-1-У3 ГОСТ 20884-93.

2.3.3. Муфты с торообразным упругим элементом

Упругим элементом муфты (рис.2.19) является резиновая или резинокордная оболочка. Резинокордный элемент сложнее в изготовлении, чем резиновый, однако срок его службы в несколько раз больше резинового.

Эти муфты отличаются высокими компенсационными свойствами, способными уменьшать динамические нагрузки благодаря малой крутильной жесткости и высокой демпфирующей способности. К недостаткам этих муфт относят их большие размеры по диаметру и появление значительных осевых нагрузок на опоры валов, вызываемых центробежными силами, действующими на упругий элемент.

На рис.2.19 представлена муфта по нормали МН 5609-65. Полумуфты 1 и 5 соединяются резиновым упругим элементом 2 с помощью нажимных колец 3, состоящих из двух частей, соединенных кольцом 6 и винтами 4.

Металлические детали муфты изготавливаются из стали 3. Торообразная оболочка выполнена из резины с сопротивлением разрыва не менее 100 кгс/см² и модулем упругости при 100%-ном удлинении не ниже 50 кгс/см .

Размеры муфты и параметры представлены в табл.2.П.

Муфты с резинокордным упругим элементом (рис.2.20-2.22)

Резинокордные элементы придают муфтам повышенные упругие и компенсирующие свойства. Упругие свойства характеризуются углом закручивания при номинальном момента (табл.2Д2-2.14).

В конструкции муфты (рис.2.20) предусмотрена возможность удаления оболочки без снятия ступиц.

Допускаемые радиальное и осевое смещения осей валов - до 10 мм, угловое смещение осей валов - до 6°.

Исполнение 1 ($d=12\dots 8\text{мм}$)

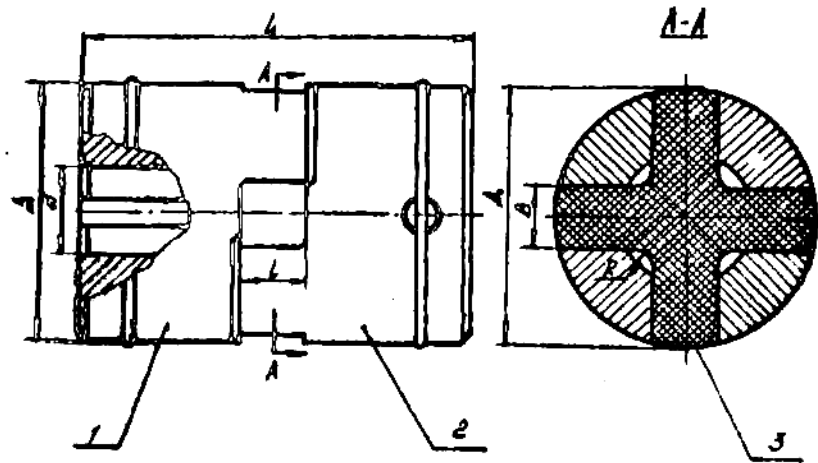


Рис. 2.16. муфта со звездочкой

Исполнение 2 ($d=28\dots 45\text{мм}$)

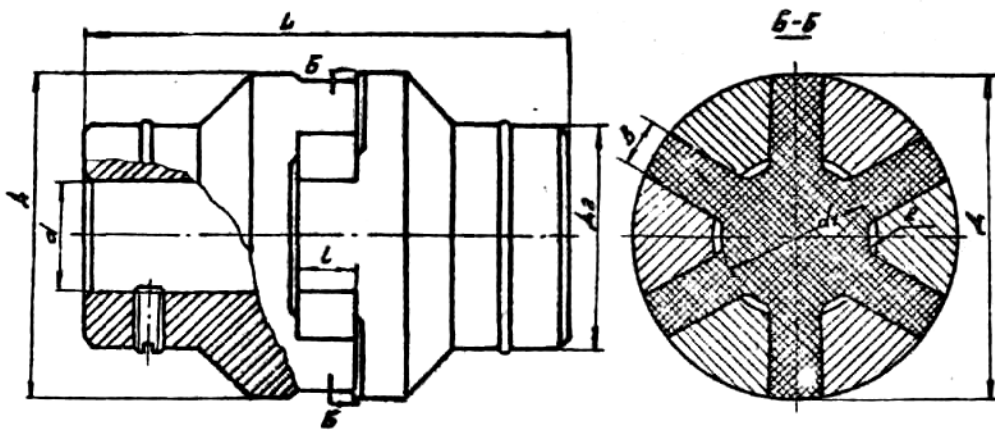


Рис. 2.17

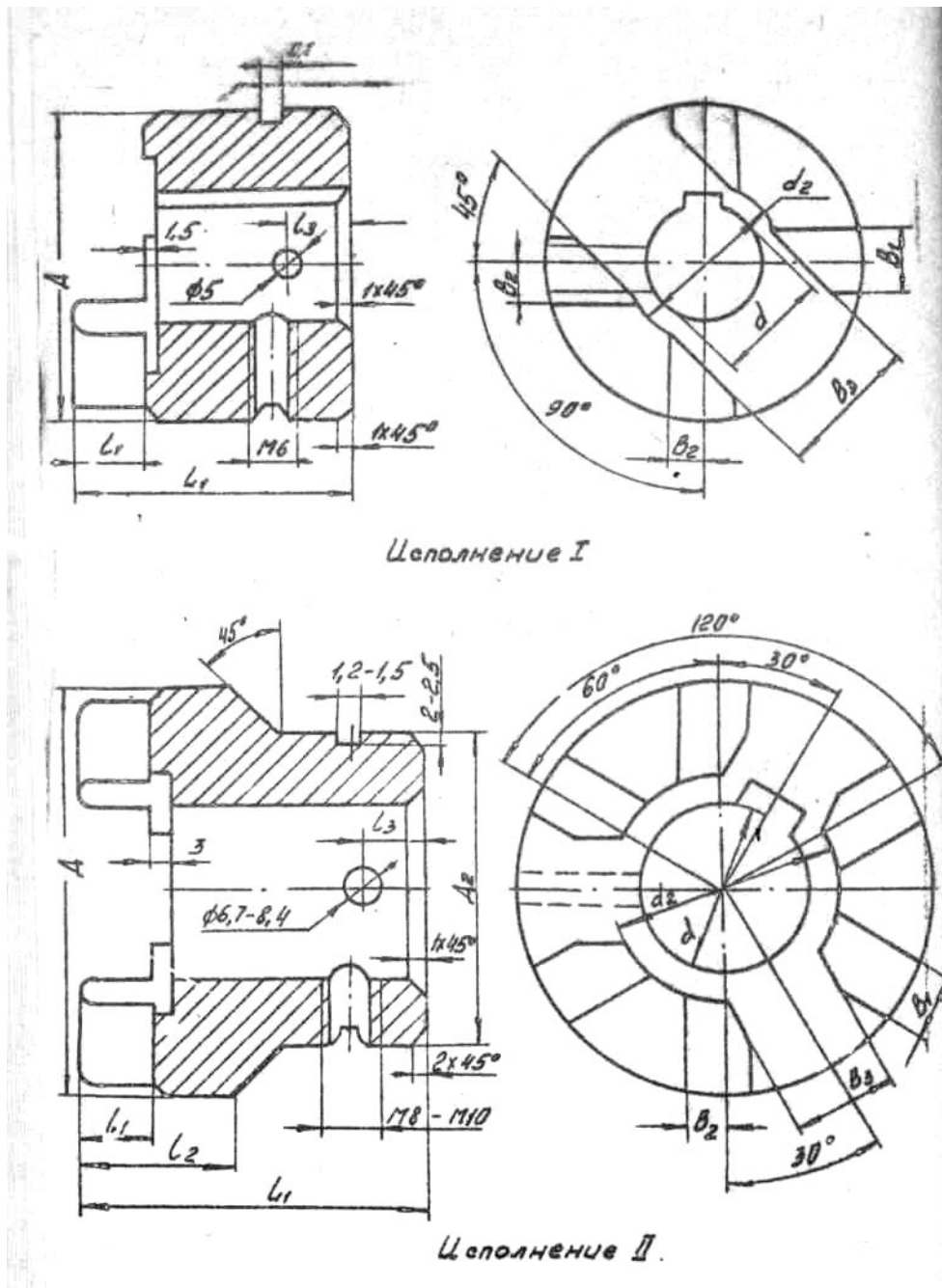


Рис. 2.18. Полумуфты

Размеры пальцев и втулок (рис. 2,14)

Размеры в мм																		
Пальцы												Втулки распорные		Втулки упругие				
d_n	D_2	l	d_0	d_2	l_1	l_2	l_3	l_4	n	B_1	c	D_3	S	d_5	D_4	l_5	l_6	t
10	15	45	M8	6,2	28	19	2	4	1,5	2	1,5	15	4	14	19	15	2,5	5
14	20	66	M10	6,8	45	33						25	6	25	35	36	4,5	9
718	25	85	M12	9,5	59	42	3	5	2	3	2	32	8	32	45	44	6	11
24	32	106	M16	13	75	52						6	3	5	2,5	38	10	40
30	38	140	M24	19,5	95	66	4	6	3	5	2,5	48	12	50	70,5	72	9,5	18
38	48	172	M30	24,5	119	84						8	8	3	55	15	60	86,5
45	55	212	M36	30	147	103	5											

РАЗМЕРЫ И ПАРАМЕТРЫ МУФТЫ СО ЗВЕЗДОЧКОЙ (рис. 2.16-2.18)

Исполнение	[Мк], кгс м	n _{ax} об/мин	Размеры в мм															
			D	d	L	D ₁	l	B	d ₁	R	L ₁	D ₂	l ₁	l ₂	l ₃	b ₁	b ₂	b ₃
1	0,15	7500	25	6;8;10;12	42	23	8	6,5	-	1	25	-	8	-	4	4	3	11,8
	0,30	6000	32	10;12;14;16	50	30	10	8,5	-	1,5	30	-	10	-	6	6	4	15,7
	0,60	4500	40	12;14;16;18;20	60	38	10	10,5	-	2	35	-	10	-	8	8	5	19,7
2	1,50	5500	50	16;18;20;22;25	75	48	15	10,5	25	1	45	45	15	25	8	8	5	15
	3,00	4500	65	20;22;25;28;30	95	63	15	12,5	30	1,5	55	50	15	25	10	10	6	15
	6,00	3500	80	25;28;30;32;35	120	78	20	14,5	35	2	70	55	20	35	13	12	7	20
	11,0	3500	100	30;32;35;40;45	150	98	20	16,5	45	2	85	70	20	35	18	14	8	25
	22,0	3000	125	35;40;45;50;55	185	123	25	18,5	55	2	105	85	25	45	23	16	9	30
	45,0	2000	160	45;50;55;60;65	230	158	30	20,5	65	2	130	100	30	55	28	18	10	40

Примечание: Допускаемое радиальное смещение осей валов – 0,2 мм;
угловое смещение осей валов – 1° 30'

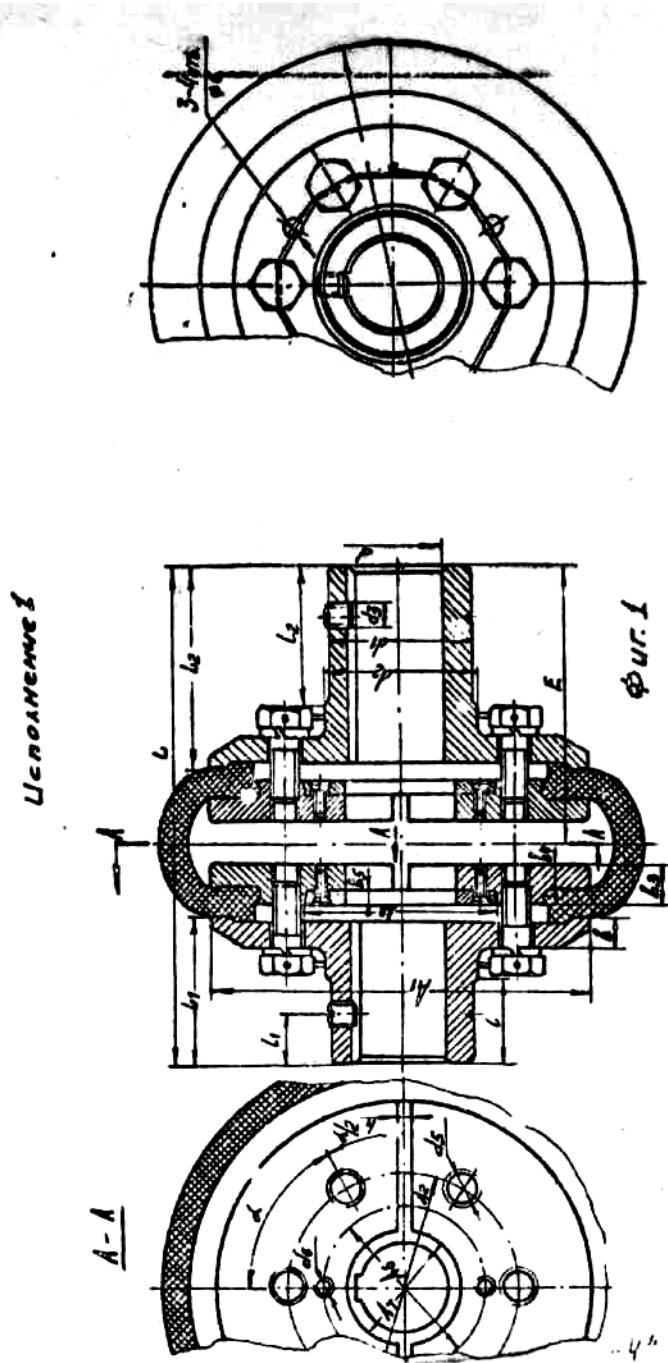


Рис. 2.19 Муфта эластичная с тарообразной оболочкой

РАЗМЕРЫ И ПАРАМЕТРЫ МУФТЫ С ТОРОБРАЗНОЙ ОБОЛОЧКОЙ (рис.2.19)

[Мк], кгс·м	n _{max} , об/мин	Размеры в мм														
		d	D	L	E	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	d ₁	d ₂	d ₃
1,8 3,75	4000	16,18	100	98	55	83	50	65	73	62	30	20	40	30	35	M6
		20,22	125	126	70	100	60	78	90	74	40	25	50	38	40	
7,5	3300	25,28	160	152	85	128	80	100	115	94	55	40	65	48	52	M8
18 37,5	2000	32,36	200	203	112,5	155	95	122	138	115	65	45	80	60	63	M10
		40,45	250	268	148	195	130	158	176	150	95	70	110	90	98	
75	1500	50,55	320	282	155	260	180	215	235	205	135	100	160	110	130	M12
150	1400	60,70	400	345	190	330	230	280	305	268	170	130	200	140	160	M16
300	1120	80,90	450	415	232,5	370	250	305	335	293	180	140	220	170	195	M20

Винты		Винты		L ₁	L ₂	l	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	b	B	b ₃	b ₄	b ₅	r	δ	h	α. град.
d ₅	кол- во	d ₆	кол- во																
M6	4	M2,5	2	30	42	16	10	25	30	4	6	15	8	3,5	3,5	17,5	5,5	4	90
M8	6	M3		38	52	20	12	30	38	5	8	20	11	5	4	24	8		
M10		8	M4	4	44,5	62,5	25	15	35	44	6	10	25	14	6,5	5	30	10	6
M12	M5		60,5		82,5	35	20	55	60	8	13	35	18	9			40	12,5	
	M6		85		113	45	25	70	85	10	15	42	20	10	7	47	14	8	
M16	M8		87		115	50	30	75			12	17	46		22	8	53,5		17
M20	10	M10	110	145	65	40	100	108	12	20	50	28	13	10	60	20	10		
			137,5	177,5	80	50	110	135		25	65	30	15	11	74	22,5			

Примечание: Допускаемое смещение осей валов: радиальное – до 2 мм;
угловое – до 2 мм; осевое – до 4мм

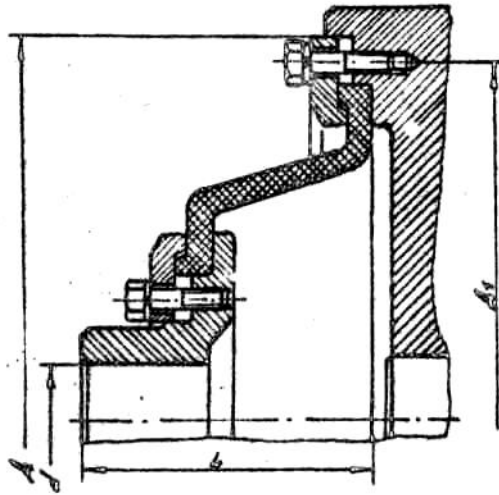


Рис.2.20

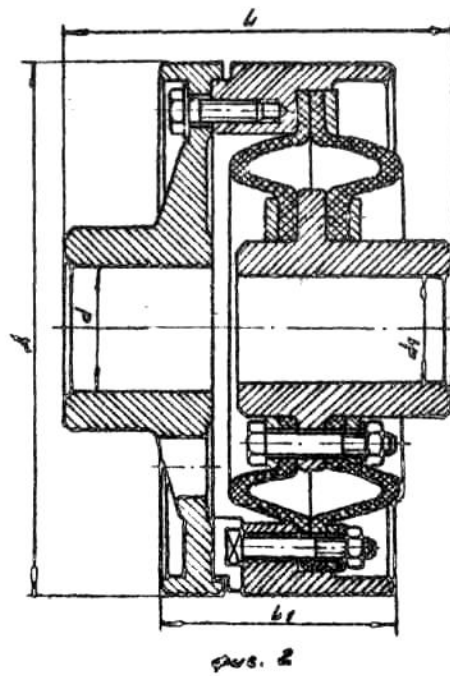


Рис. 2.21

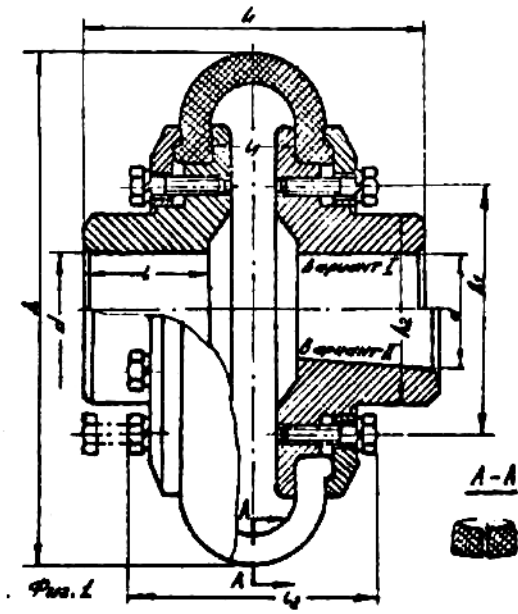


Рис.2.22

Размеры и параметры муфт (рис.2.20)

Обозначение муфты	[Мк], кгс·м	n _{max} , об/мин	Размеры в мм									Угол закручивания, град.	d болт.	Z ₁ шт.
			d _{min}	d _{max}	D	D ₁	D ₂	L	l	l ₁	l ₂			
МТРК-100	3,15	3000	18	22	100	50	32	64	28	15	57	6	М6	6
МТРК-125	6,3	3000	22	28	125	60	42	88	35	20	64	6	М8	6
МТРК-160	12,5	2500	28	35	160	80	55	125	47	24	89	5	М8	8
МТРК-200	25,0	2000	35	45	200	100	70	150	59	30	98	8,5	М12	6
МТРК-250	50,0	2000	45	55	250	130	85	174	67	40	123	6,5	М12	8
МТРК-320	100	1600	55	70	320	162	105	200	75	48	139	6,3	М16	8
МТРК-400	200	1600	70	90	400	210	135	244	95	60	153	5,5	М16	10
МТРК-450	400	1250	90	110	450	230	165	280	110	65	190	9	М20	10

Таблица 2.13

Размеры и параметры муфт (рис.2.21)

[Мк], кгс·м	n _{max} , об/мин	Размеры в мм					Угол закру- чивания, град.	Смещение осей валов		
		d	d ₁	D	L	L ₁		в мм		угловое, град.
								осевое	радиальное	
4,3	7500	25	20	100	70	59	10	4	2	3
7,5	6500	30	25	130	85	69	10	4	2	3
13,3	5500	35	30	140	105	81	10	4	2	3
23,9	4600	40	35	165	120	92	10	4	2	3
38	4000	47	42	195	140	107	10	4	2	3
66	3400	55	50	225	155	117	13	6	4	4
112	2850	65	60	260	175	132	13	6	4	4
200	2500	75	70	300	210	157	13	6	4	4
335	2160	95	85	360	245	182	13	6	4	4

Размеры и параметры муфт (рис.2.22)

[Мк], кгс·м	n _{max} , об/мин	Размеры в мм					Угол закру- чивания, град.
		d _{min}	d _{max}	D	D ₁	L	
11	3000	15	30	220	205	73	23
15	3000	20	35	265	245	95	21
23	3000	25	40	265	245	102	19
30	3000	25	50	315	290	110	24
60	1800	30	55	336	310	118	26
120	3000	30	60	385	360	125	7
125	1800	38	70	385	360	144	21
200	2500	38	70	455	420	143	7
250	1800	38	100	455	420	172	21
350	1800	38	90	580	545	164	5
500	1500	55	110	580	545	172	22
650	1800	55	110	628	600	205	12
900	1200	60	140	680	650	217	23
1600	1500	90	130	775	740	265	20

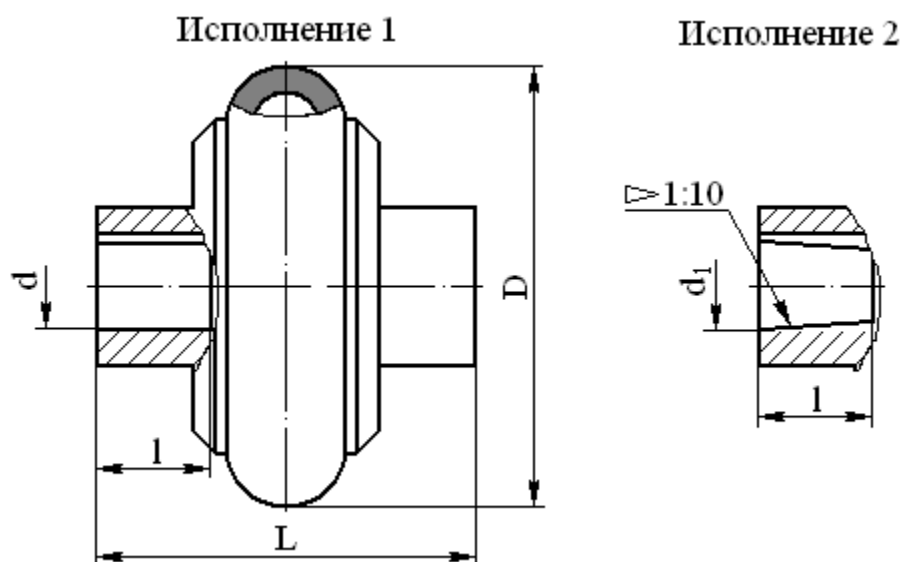


Рис. П.13. Упругая муфта с торообразной оболочкой

Таблица П.25

Основные параметры, габаритные и присоединительные размеры цепных муфт типа 1 (рис. П.14 по ГОСТ 20742-93)

Номинальный вращающий момент [Т], Н·м	dH7; d ₁ H9	dH7; d ₁ H9	D, не более	L, не более		И14		Радиальное смещение осей валов, не более	Частота вращения, с ⁻¹ , не более	Обозначение цепи по ГОСТ 13568-75	Число звеньев цепи	h
	Ряд 1	Ряд 2		Для исполнений		1	2					
	1	2		1	2	1	2					
63	20,2 2	24	110	102	80	36	25	0,16	25	ПР-19,05-3180	12	1,3
	25,2 8	-		122	92	42	27					
125	25	-	125	162	124	58	39	0,20	22	ПР-25,4-6000	10	1,8
	28	-										
	30,3 2	-										
250	35,3 6	-	140	222	172	82	57	0,25	20		12	
	32,3 5	-										
	36	-										
500	40,4 5	42	200	222	172	82	57	0,32	18	ПР-31,75-8900	14	2,0
	-	38										
	40,4 5	42										

	-	53,5 6										
1000	50,5 5	53	210	284	220	105	73	0,40	16	ПР- 38,1- 12700	12	3,5
	-	56								ПР- 50,8- 22700		
	60	-										
	63	65										
	70,7 1											

Продолжение табл. П.25

Номи- нальный вращаю- щий момент [Т], Н·м	dH7; d ₁ H9	dH7; d ₁ H9	D, не более	L, не бо- лее		ИH14		Радиаль- ное смеще- ние осей валов, не более	Часто- та вра- щения, с ⁻¹ , не более	Обозна- чение цепи по ГОСТ 13568- 75	Число звень- ев цепи	h
	Ряд 1	Ряд 2		Для исполнений								
	1	2		1	2	1	2					
2000	63	65	280	284	220	105	73	0,50	14	ПР- 50,8- 22700	12	3,8
	70,7 1	75										
	80,9 0	85										
4000	80	85	350	344	272	130	94	0,60	12	ПР- 50,8- 22700	14	3,8
	90	95										
	100	105										
	110	-										
8000	100	105	350	424	342	165	124	0,80	11	ПР- 50,8- 22700	16	3,8
	110	120										
	125	-										
	-	130										
	140	-		504	408	200	154					

Муфты изготовляют двух типов: 1 – с однорядной цепью; 2 – с двухрядной цепью.

Полумуфты изготовляют следующих исполнений:

1 – с цилиндрическим отверстием для коротких концов валов по ГОСТ 12080-66;

2 – с коническим отверстием для коротких концов валов по ГОСТ 12081-72;

3 – с отверстием на валы с эвольвентными шлицами по ГОСТ 6033-80;

4 – с отверстием на валы с прямобочными шлицами по ГОСТ 1139-80.

Ряд 1 является предпочтительным.

Угловое смещение осей валов не более 1°.

Допускается применять сочетание полумуфт разных исполнений с посадочными отверстиями различных диаметров в пределах одного вращающего момента.

Пример условного обозначения цепной муфты с номинальным вращающим моментом 1000 Н·м, типа 1, с диаметром посадочного отверстия

полумуфты 56 мм, с полумуфтами исполнения 1, климатического исполнения У, категории 3:

Муфта 1000-1-56-1-У3 ГОСТ 20742-93.

3. Сцепные управляемы муфты

Сцепные управляемые муфты служат для соединения и разъединения валов (на ходу или во время остановки) с помощью специальных управляющих устройств. К валам и другим деталям, соединяемым сцепными муфтами, предъявляется одно общее важное требование - строгая соосность.

Эти муфты можно разделить на две группы: муфты, основанные на зацеплении (кулачковые и зубчатые); муфты, основанные на трении (фрикционные).

Среди различных типов сцепных муфт наибольшее распространение получили фрикционные муфты.

3.1. Фрикционные муфты

Фрикционные муфты передают крутящий момент от ведущего вала к ведомому при помощи сил трения, создаваемых на контактных поверхностях сцепляющихся частей муфты. Включение муфты производится прижатием друг к другу указанных поверхностей, а выключение - их разъединением.

Наибольшее применение имеют дисковые муфты, обеспечивающие передачу больших крутящих моментов при относительно небольших габаритах и силах, требуемых для прижатия поверхностей сцепления. Это достигается использованием нескольких пар поверхностей трения.

Различают сухие и масляные муфты.

В первых фрикционные поверхности защищены от попадания смазки, а в последних эти поверхности работают в масляной ванне, что обеспечивает постоянство коэффициента трения и, следовательно, постоянную величину передаваемого крутящего момента и уменьшает износ.

На рис.3.1 и 3.2 представлены многодисковые муфты (табл.3.1) по нормали МН 5664-65.

Установлены следующие типы муфт:

МТМ -1 - односторонние. МТМ -2 - двусторонние	масляные муфты с шлицевым отверстием
МТМ -1А - односторонние. МТМ -2А - двусторонние	масляные муфты с гладким отверстием и шпоночным пазом.
МТМ -1С - односторонние. МТМ -2С - двусторонние	сухие муфты с шлицевым отверстием
МТМ -1АС - односторонние. МТМ -2АС - двусторонние	сухие муфты с гладким отверстием и шпоночным пазом.

Выбор масляных или сухих муфт обуславливается, многими факторами. В корпусах зубчатых передач в основном следует использовать масляные муфты,

в остальных случаях - сухие. Однако, если требуется быстрое включение или выключение, то следует применять сухие муфты, изолируя их от зубчатых передач.

Характеристики наиболее распространенных фрикционных материалов приведены в табл.3.2.

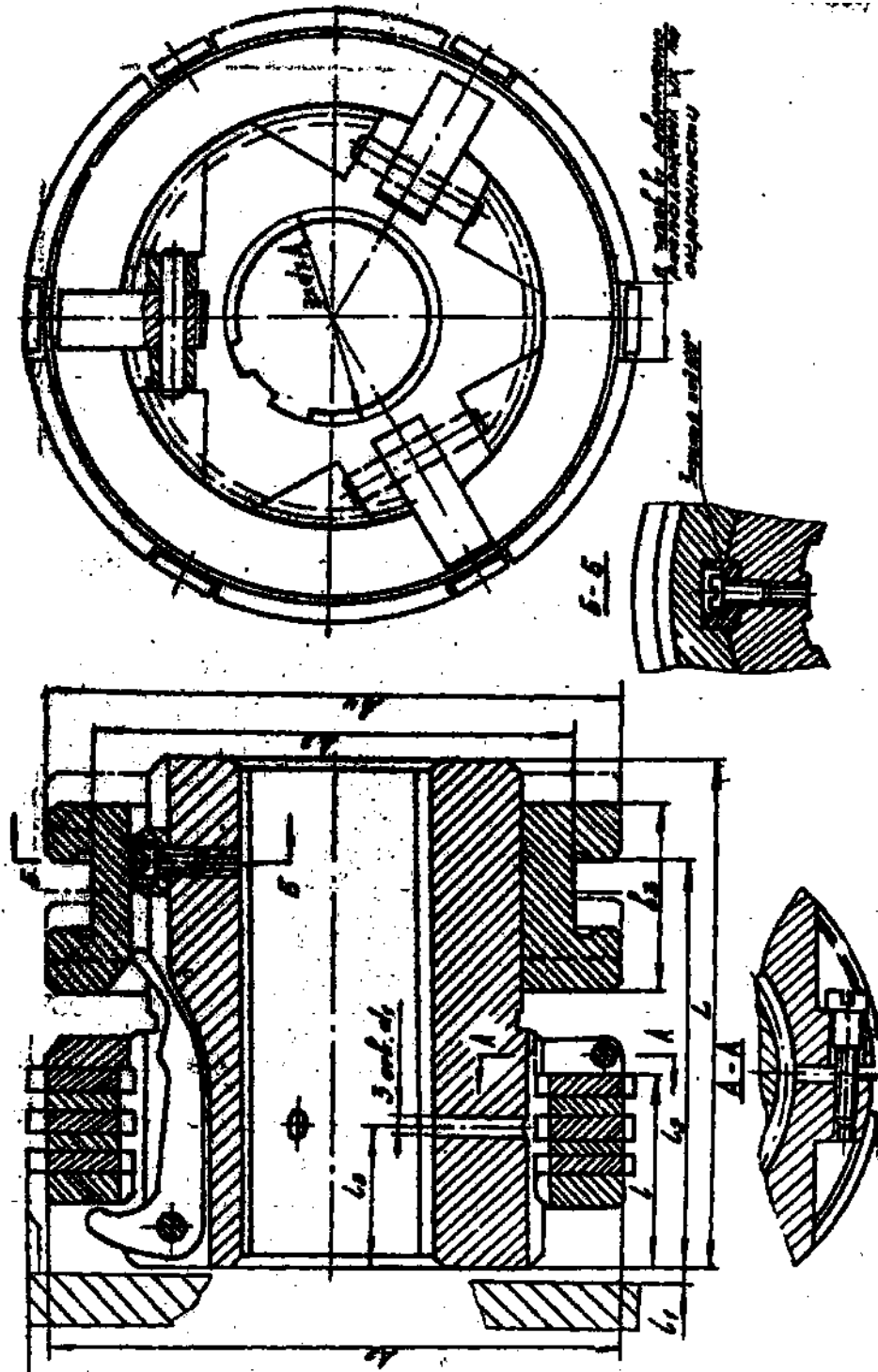


Рис.3.1. Фрикционная многодисковая односторонняя муфта

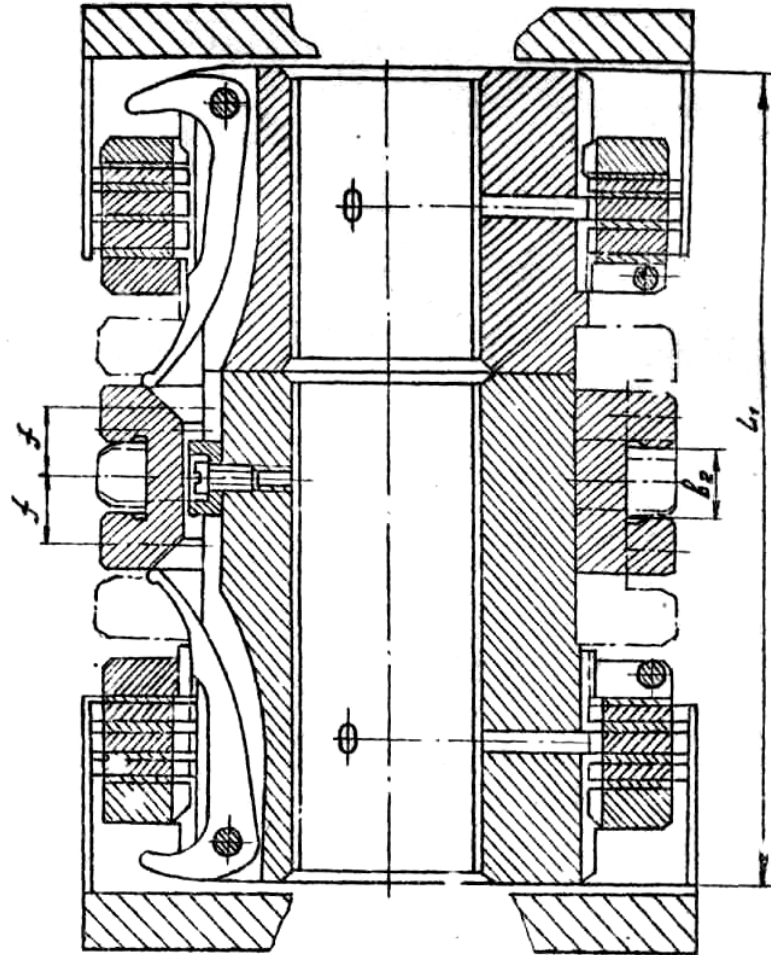


Рис.3.2. Фрикционная многодисковая двухсторонняя муфта

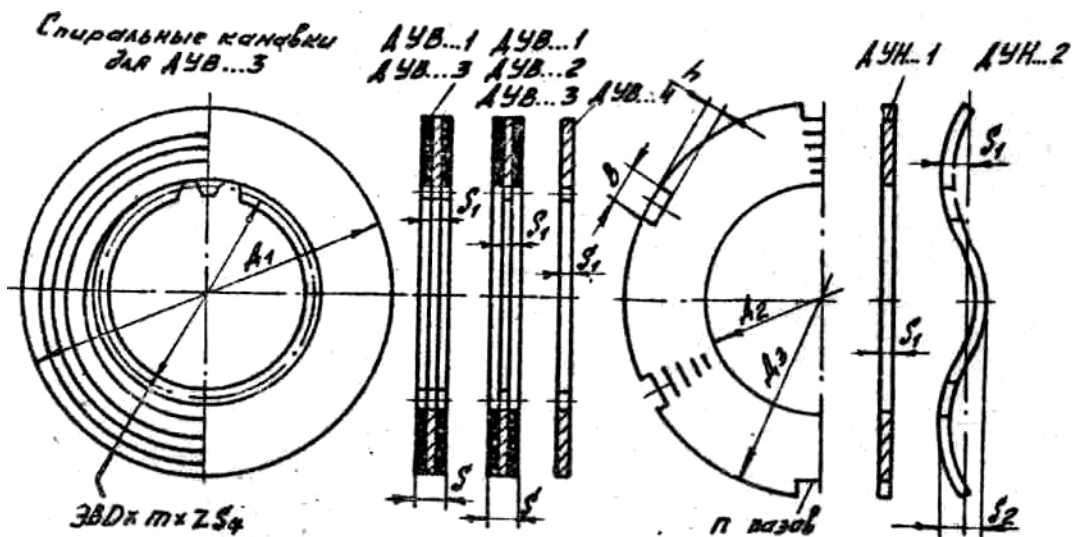


Рис. 3.3 Размеры дисков

Таблица 3.1

Размеры и параметры фрикционных многодисковых муфт по МН 5664-65 (рис.3.1 и 3.2)

Обо- значе- ние	[Мк], кгс·м	Размеры в мм																			
		z·d·D	d	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	b ₁	n	L	L ₁	l	l ₁ на- им.	l ₂	l ₃	d ₁	b ₂	b ₃	f		
06	2.5	6·21·25	22	84	80	70	80	12	6	72	115	25	2	57.5	18	3	10	25	10		
07	4,0	6·26·30	25	94	90	78	90			82	130	29		65,0	20			30	12		
08	6,3	6·28·34	30	104	100	86	100			85	135	34		67,5	34		30	10			
09	10	8·36·40	35	118	110	95	110	16		95	160	34		2	75,0	26	4	12	35	13	
10	16	8·42·46	40	133	125	105	125			110	175	42			87,5	30			40	14	
11	25	8·46·54	50	148	140	115	140	20		8	110	175			43	3	87,5	30	5	16	40
12	40	8·56·65	60	168	160	130	160		130		210	53	105		38		20	45			14
13	63	8·62·72	70	188	180	140	170		150		250		125		45			45	20		
14	100	10·72·82	80	213	200	165	200	25	10		175	280	68		3		140	50	6	25	60
15	160	10·82·92	90	235	220	185	220				200	325	80	165			55	70			25
16	250	10·92·102	100	265	250	210	250				225	375	90	185			65	32	75	29	

Таблица 3.2,

Характеристики наиболее распространенных фрикционных материалов.

Материалы трущихся поверхностей	Условия работы	Коэффициент трения	Удельное давления [R] кгс/см ²
Закаленная сталь - закаленная сталь	Со смазкой	0,06	6...8
Чугун-чугун или сталь	Со смазкой	0,08	6...8
	Всухую	0,15	2,5...4
Бронза-чугун или сталь	Со смазкой	0,05	3...4
	Всухую	0,3	2...3
Прессованный асбест-чугун или сталь	Всухую	0,3	2...3
Металлокерамика-чугун или сталь	Со смазкой	0,1	7...8
	Всухую	0,4	3...4
Сталь по текстолиту	Со смазкой	0,15	2...3

Примечание: меньшие значения давлений – при большом числе поверхностей трения; большие – при малом.

Потребное число пар поверхностей трения определяют по следующей формуле: f

$$Z = \frac{\beta \cdot M_p}{Q \cdot R_{cp} \cdot f} = \frac{\beta \cdot M_p}{\frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2) [P] R_{cp} \cdot f}$$

где Z – число пар поверхностей трения, равное $n=1$;
 n – число дисков (сумма чисел наружных и внутренних дисков);
 Q – сила сжатия дисков;
 β – коэффициент запаса сцепления, равный в среднем 1,5;
 D_1 – наружный диаметр внутреннего диска;
 D_2 – внутренний диаметр внутреннего диска;
 R_{cp} – средний радиус рабочих поверхностей дисков;

$$R_{cp} = \frac{D_1 + D_2}{4}$$

Материал деталей муфты: втулка (корпус) и гайка регулировочная - сталь 45 с улучшением до твердости HB 260...280; нажимной диск - сталь 45 с закалкой до твердости HRC 28...35; втулка переводная - сталь 20X с цементацией и закалкой торцов канавки до твердости HRC 58...62; рычаги - сталь 65Г твердостью HRC 28...35 и для концов рычага, сопрягающихся с нажимным диском и переводной втулкой - HRC 55...62.

Фрикционные диски по нормали МН 5656-65 изготовлены из стального листа или стальной ленты твердостью HRC 40...45. Фрикционные металлокерамические накладки соединяются со стальной основой в процессе спекания.

Фрикционные пластмассовые накладки соединены с основой методом горячего прессования.

По МН 5656-65 предусмотрены следующие типы дисков (рис. 3.3)

ДУВ -1 - диски узкие внутренние с металлокерамическим покрытием для работы всухую;

ДУВ-2- диски узкие внутренние с пластмассовым покрытием;

ДУВ -3 - диски узкие внутренние с металлокерамическим покрытием для работы со смазкой;

ДУВ -4 - диски узкие внутренние без покрытия;

ДУН -I - диски узкие наружные плоские;

ДУН -2 - диски узкие наружные синусные;

ДШВ –I- диски широкие внутренние;

ДШН -I - диски широкие наружные синусные.

В табл.3.3 даны размеры узких дисков по рис.3.3.

Таблица 3.3

Размеры узких дисков (рис.3.3) в мм

D ₁ доп. откл.. по С4	D ₂	D ₃ доп. откл. по С4	D·m·z	B	h	Кол-во пазов n	Для дисков			S ₁	S ₂
							ДУВ-1	ДУВ-2	ДУВ-3		
45	33	49	32·1,5·20	8	2,5	4	1,4	1,4	1,4	0,8	0,96
50	36	54	35·1,5·22	8	2,5	4	1,4	1,4	1,1	0,8	0,98
55	41	59	40·1,5·26	10	2,5	4	1,4	1,4	1,1	0,8	0,99
60	47	64	45·2,5·16	10	2,5	4	1,6	1,6	1,3	1,0	1,2
70	52	74	50·2,5·18	10	2,5	4	1,8	1,8	1,4	1,0	1,23
80	62	84	50·2,5·18	12	2,5	6	1,8	1,8	1,4	1,0	1,26
90	67	94	65·2,5·24	12	2,5	6	2,0	2,4	1,7	1,2	1,46
100	77	104	75·2,5·28	12	2,5	6	2,0	2,4	1,7	1,2	1,49
110	82	118	80·2,5·30	16	4,5	6	2,0	2,8	1,7	1,2	1,53
125	92	133	90·2,5·34	16	4,5	6	2,4	3,2	2,1	1,6	1,92
140	102	148	100·2,5·38	16	4,5	8	2,6	3,6	2,1	1,6	1,95
160	112	168	110·2,5·42	20	4,5	8	2,6	3,6	2,1	1,6	2,0
180	122	186	120·2,5·46	20	4,5	8	3,0	4,4	2,6	2,0	2,4
200	143	213	140·5,0·26	20	7,0	8	3,3	4,4	2,6	2,0	2,45
220	163	235	160·5,0·30	25	7,0	8	3,3	5,0	2,6	2,0	2,5

4. Сцепные самоуправляемые (автоматические) муфты

Сцепные самоуправляемые муфты предназначены для автоматического разъединения валов в зависимости от изменения одного из факторов: крутящего момента (предохранительные муфты), направления вращения (обгонные или свободного хода), скорости вращения (центробежные).

4.1. Предохранительные муфты

Эти муфты служат для предохранения деталей машин от воздействия перегрузок: они разъединяют валы при возрастании крутящего момента выше допустимого значения.

По принципу работы различают муфты: с разрушающимся элементом; пружинно-кулачковые; фрикционные.

4.1.1. Муфты с разрушающимся элементом

Предохранительные элементы этих муфт чаще всего работают на срез и выполняются в этом случае в форме цилиндрических штифтов или в виде призматических шпонок. Эти муфты отличаются простотой конструкции, что и обусловило их широкое распространение.

На рис.4.1 (табл.4.1) представлена муфта со срезным штифтом по нормали станкостроения Р 95-1. Обе полумуфты расположены на валу. Одна полумуфта соединяется с валом шпонкой, другая полумуфта сидит на нем свободно, соединяясь шпонкой с деталью, расположенной на ее удлиненной ступице.

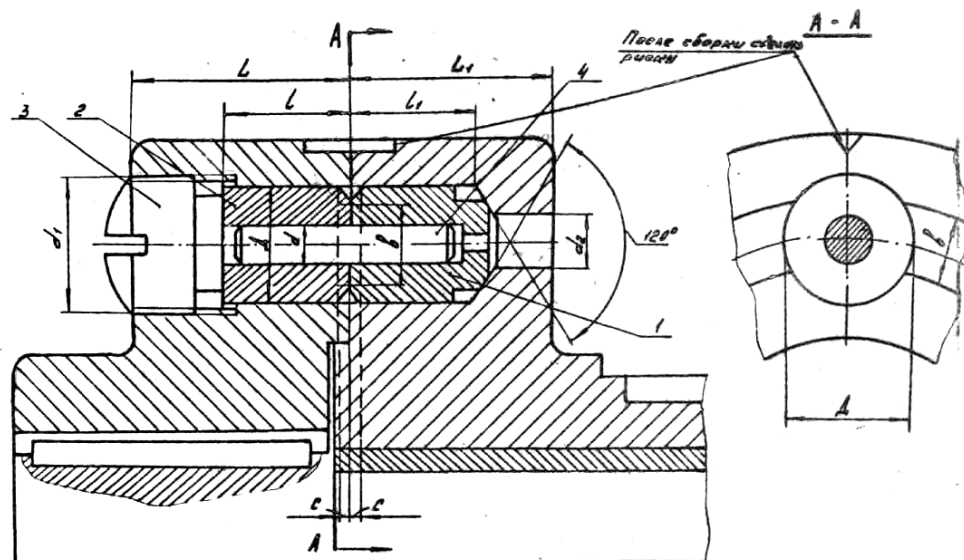


Рис. 4.1 Муфта со срезным штифтом

Вращение сообщается полумуфтам через цилиндрический штифт 4, расположенный во втулках I и 2. Для увеличения долговечности втулки I и 2 изготавливают из стали 40Х с последующей термообработкой до твердости HRC 50...60. При перегрузке штифт срезается, и полумуфты свободно вращаются относительно друг друга. Для облегчения замены штифта на наружной поверхности полумуфт наносятся риски, при совмещении которых совпадают оси отверстий втулок I и 2.

Штифты изготавливаются из сталей марок У8А, У10А или 40,45,50, элементы срезных муфт показаны на рис.42 (табл.4.1).

4.1.2. Фрикционные предохранительные муфты

Эти муфты применяются при частых кратковременных перегрузках; главным образом при нагрузках ударного характера и значительных угловых скоростях и передают крутящий момент за счет сил трения.

На рис.4.2. показана предохранительная фрикционная муфта по ГОСТу 15622-70, а в табл.4.2 приведены основные размеры и параметры ее.

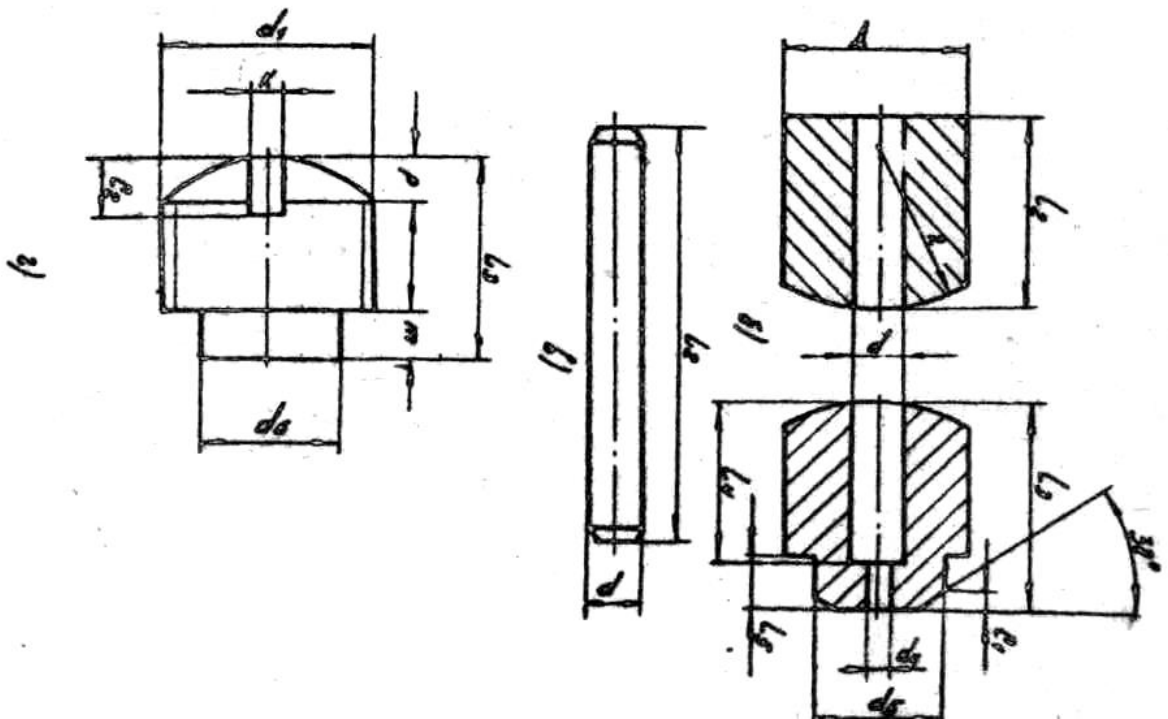


Рис.4.2 Элементы срезных муфт

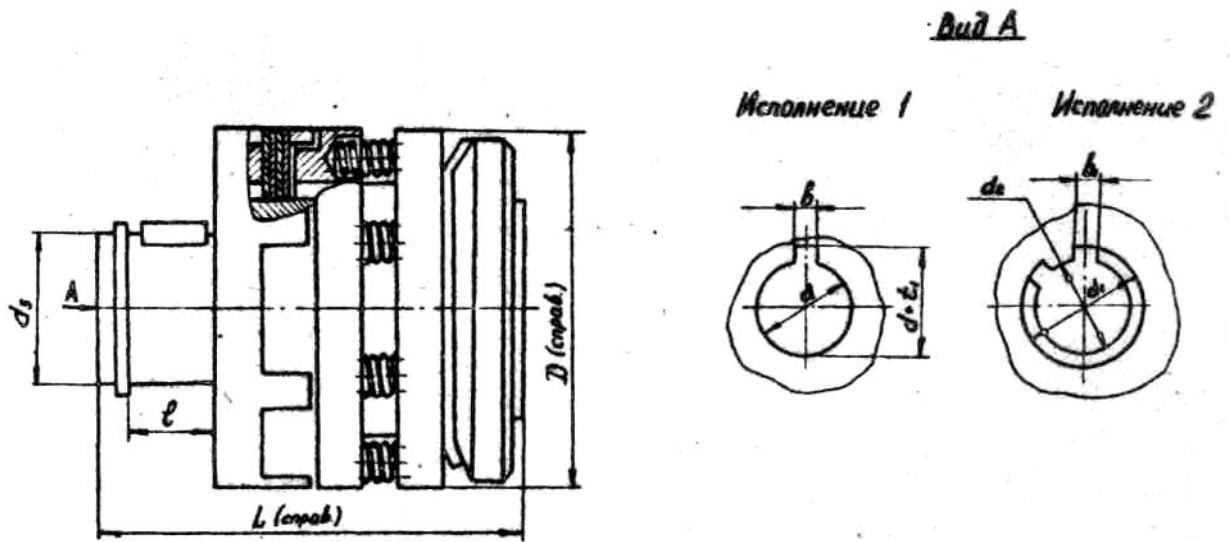


Таблица 4.2

Размеры и параметры предохранительной фрикционной муфты (рис. 4,2)

Обозначение муфты исполнения		[M _к] кгс·м	Размеры в мм										
			D (справ.)	Пред. откл. по А	Посадочные отв.					d ₁	L (справ.)	l	
1	2	исполнение1			исполнение2	b	d+t ₁	d ₁	d ₂				b ₁
			1-50·12	2-50·11						0,34	50	12	
1-55·14	2-55·11	0,55	55	14	5	16,3	25	70	14				
1-60·16	2-60·13	0,85	60	16		18,3	16	13	3,5	28	75	16	
1-65·18	2-65·16	1,35	65	18	6	20,8	20	16	4	30	80	18	
1-80·20	2-80·18	2,10	80	20		22,8	22	18	5	32	90	20	
1-90·22	2-90·21	3,30	90	22	8	24,8	25	21		36	100	22	
1-100·25	2-100·26	5,30	100	25		28,3	32	26	6	40	100	25	
1-110·28	2-110·26	8,40	110	28	31,3	45				120	30		
1-120·32	2-120·32	13,1	120	32	10	35,3	38	32	7	8	55	140	38
1-120·36	2-120·36			36		39,3	42	36			70	160	48
1-135·40	2-135·42	21,6	135	40	12	13,3	48	42	8		90	180	60
1-135·45				45		48,8							
1-150·50	2-150·46	33,7	150	50	14	58,8	54	46	9				

Пример условного обозначения муфты с наружным диаметром D=50мм и диаметром расточки под вал d=12мм исполнения 1: Муфта 1-50·12 ГОСТ15622-70

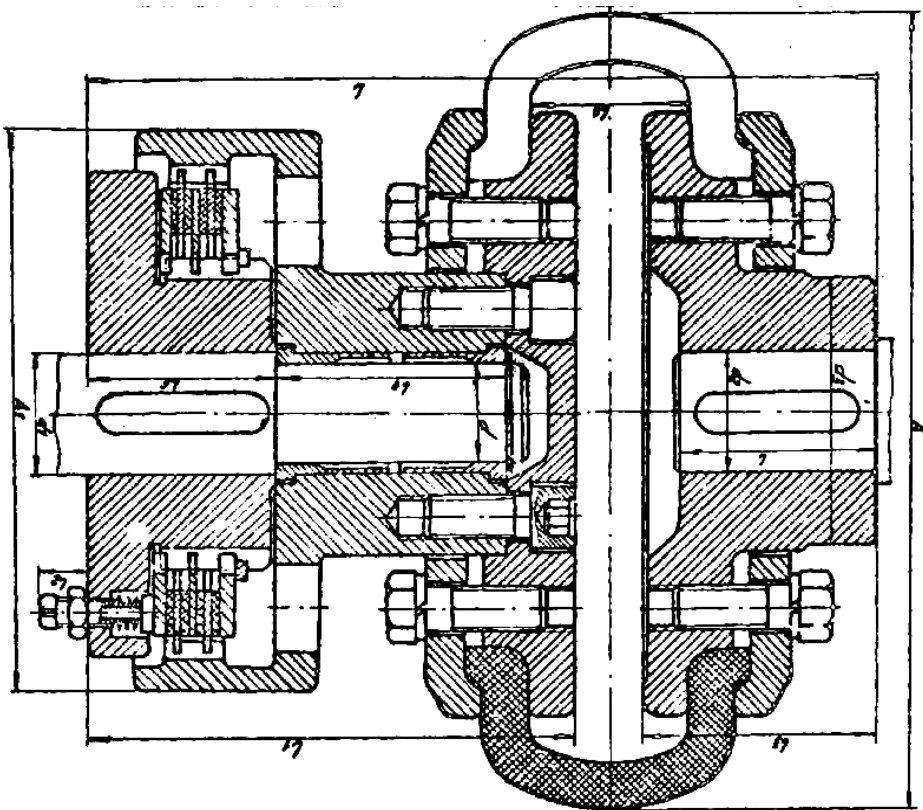
Диаметр расточки под шлицевой вал d₂=11мм, исполнения 2: Муфта 2-50·11 ГОСТ 15622-70.

5. Комбинированные муфты

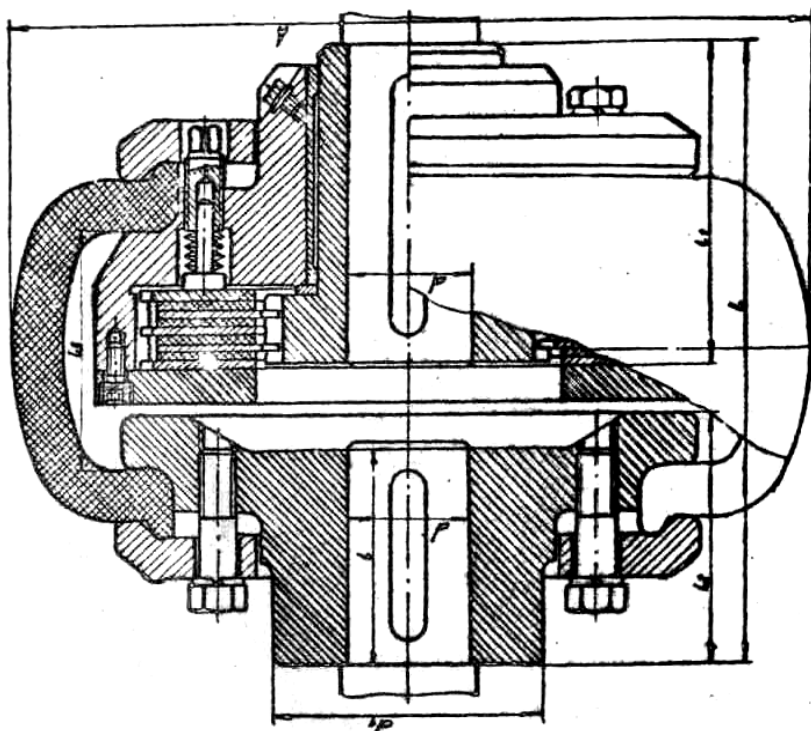
В упруго-предохранительной фрикционной муфте используются муфты с упругой торообразной оболочкой и фрикционная дисковая предохранительная. Последняя расположена рядом (рис.5.1,табл.5.1) или встраивается внутрь упругой (рис.5.2,табл.5.2).

Предохранительная фрикционная муфт показана на рис.5.3. Она устанавливается между двигателем и приводимым в движение механизмом. Ее назначение - предохранение двигателя от перегрузок, которые могут возникнуть в процессе работы.

Эта муфта состоит из двух полумуфт: ведущей 1 и ведомой 7. Предохранительное фрикционное устройство смонтировано в полумуфте 7. Ведущий диск 3 соединен с полумуфтой I пальцами 2 с резиновыми кольцами 4. Диск 3 с помощью шпонки 5 соединен с двойным конусом 12, который изготавливается из Бр.ОЦН 10-2-1,5, по этому (с целью экономии цветного металла) детали 12 и 3 выполнены раздельно друг от друга. Двойной конус охватывается с двух сторон нажимным конусом 10 и упорным 11, Нажимной и упорный конусы изготавливаются из стали 40Х с термообработкой до НВ 290...300. Упорный конус крепится в полумуфте 7 с помощью сухаря и соединен с нажимным конусом выступом, который входит в паз на нажимном конусе. Последний соединен с полумуфтой 7 скользящей шпонкой 6. Силовое замыкание осуществляется пружинами 8, помещенными в стаканах 9, посредством которых производится регулировка натяга пружины. Для возможной смены резиновых колец в полумуфте 7 и нажимном конусе 10 предусмотрены окна.



Фиг.1



Фиг.2

Рис.5.2. Упруго-предохранительная фрикционная муфта

Таблица 5.1

Размеры упруго-предохранительной муфты (рис.5.1)

[M _к] кгс·м	Размеры в мм													
	D	D ₁	L	d	d _{1max}	d _{2max}	d ₃	l	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆
6	136	125	147	15	25	30	45	35	99	15	40	50	51	18
10	178	125	179	22	35	35	60	47	107	15	53	47	51	35
25	210	210	212	34	50	50	80	59	127	15	67	58	58	38
55	263	210	254	45	60	60	95	67	155	15	77	65	76	44
90	310	270	282	50	70	70	115	75	172	20	92	75	79	48
200	402	320	315	65	90	90	175	95	181	20	113	80	84	50

Таблица 5.2

Размеры и параметры упруго-предохранительной муфты (рис.5.2)

[M _к] кгс·м	Размеры в мм							
	D	L	d _{1max}	d ₁	l	l ₁	l ₂	l ₃
320	450	280	110	180	110	143	125	70
750	550	360	140	210	130	181	150	120
1500	700	450	180	270	160	232	185	150

Таблица 5.3

Размеры и параметры предохранительной муфты (рис.5.3)

[M _к] кгс·м	Размеры в мм											Число пальцев
	D	d _л	d ₁	B	l	L	D ₁	D ₂	к	с	f	
12	200	35	60	85	62	100	160	110	40	3	2,5	4
20	250	40	75	90	82	100	190	140	40	3	2,5	6
25	300	50	90	90	85	110	240	175	55	4	3	4
100	400	70	120	120	115	150	295	210	70	5	4	6
200	500	80	160	200	145	200	365	265	82	6	4	6
500	600	100	185	200	175	260	445	325	105	7,5	4	6
600	700	110	200	250	175	270	500	380	105	7,5	5	6
900	760	125	230	270	210	290	570	450	105	7,5	5	8

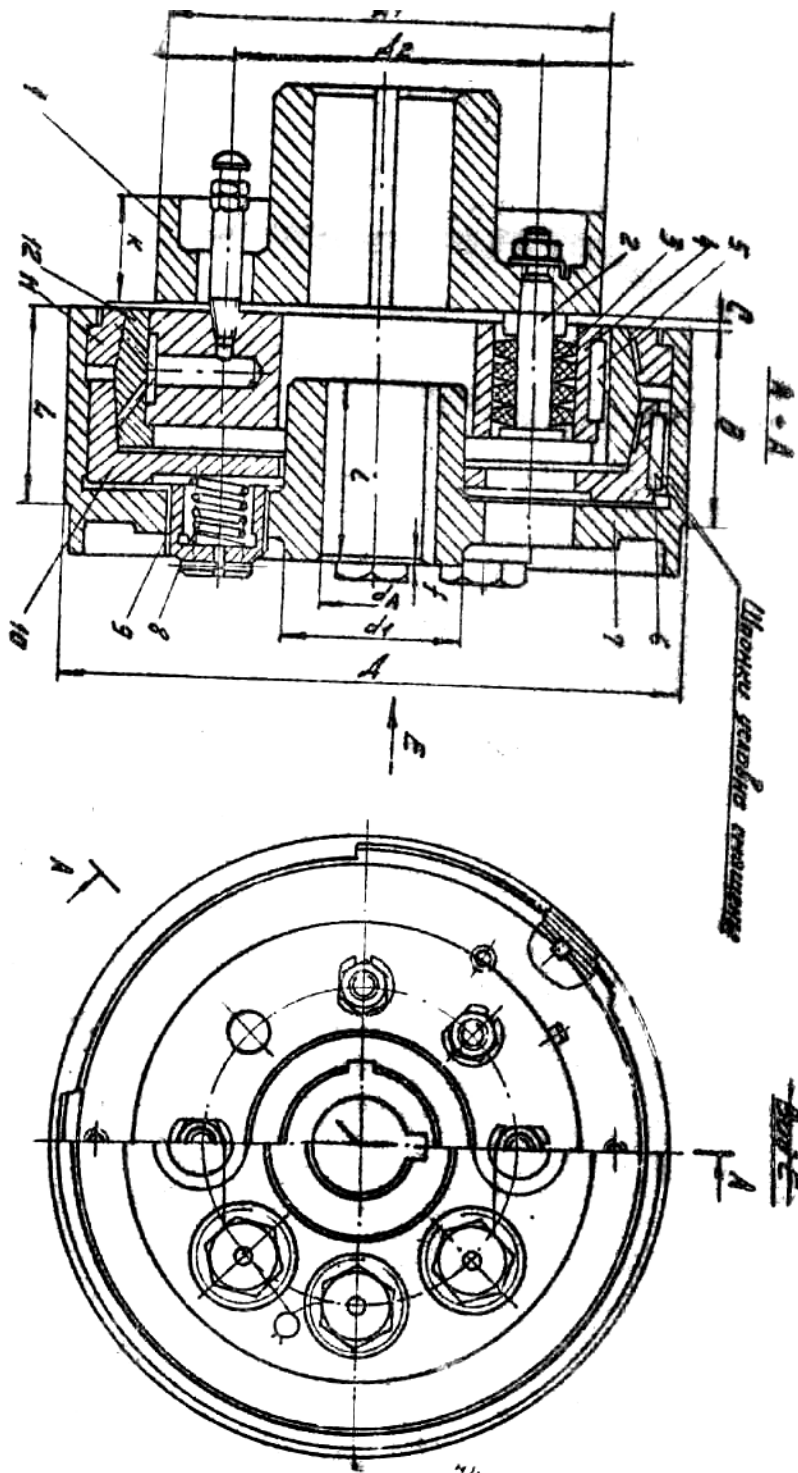


Рис. 5.3 Предохранительная фрикционная муфта

Смазка муфты производится двумя прижимными масленками.

После монтажа и регулировки муфты нажимные стаканы 9 стопорятся проволокой. 3 момент срабатывания муфты происходит проскальзывание двойного конуса 12 относительно конусов 10 и II.

Размеры муфты приведены в табл.5.3.

На рис.5,4 показана упругая зубчатая муфта (УЗТМ). Эта муфта представляет собой сочетание зубчатой муфты с упругой втулочно-пальцевой. Таким образом, она наряду с нечувствительностью к смещениям осей соединяемых валов осуществляет плавную передачу крутящего момента. Муфта состоит из втулок I и 8, зубья которых находятся в постоянном зацеплении с зубьями охватывающих обойм 2 и 7, скрепленных вместе пальцами 6. Обойма 2 имеет во фланце внутреннюю кольцевую проточку, в которую входит диск и обойма 7. Бурт б обоймы 2 имеет форму звездочки с внутренними зубьями «в центре которых расположены отверстия для резиновых колец 5. Диск а имеет форму звездочки с наружными зубьями, в центре которых расположены отверстия под пальцы 6. При сборке центровка осуществляется при помощи буртика обоймы 7, при этом зубья диска а необходимо расположить между зубьями бурта б, ввести диск в кольцевую проточку фланца и, повернув его совместить отверстия. Через отверстия в резиновых кольцах 5 и диска а заводятся пальцы б и затягиваются гайками 4. При такой конструкции пальцы работают на изгиб, как балка на двух опорах, поэтому распределение сил действующих на пальцы, здесь несколько выгоднее, чем в муфтах МН 2096-64, где пальцы работают на изгиб как балка, заделанная одним концом.

Кольцо 3 из маслостойкой резины служит для удержания смазки от вытекания в местах разъема обойм.

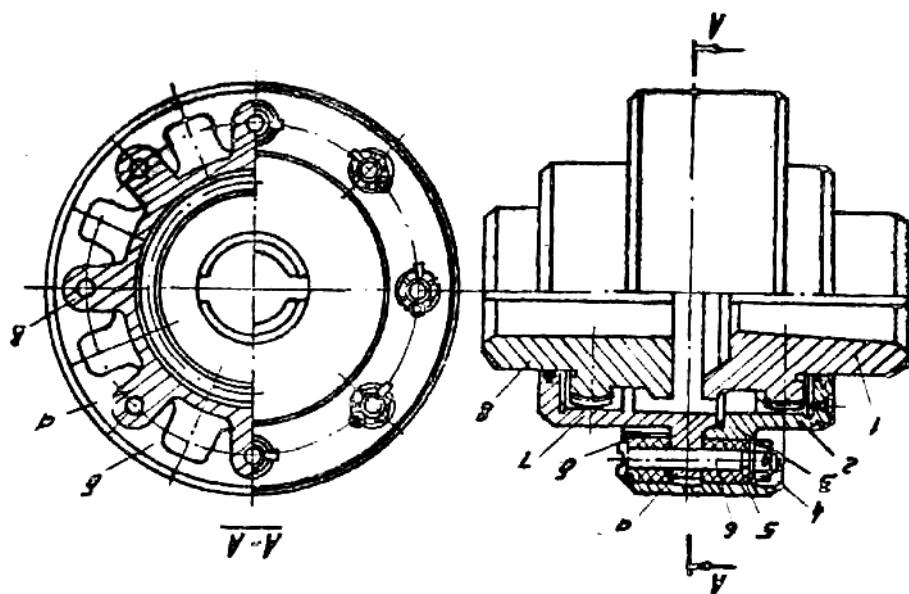


Рис. 5.4 Упругая зубчатая муфта (УЗТМ)

Библиографический список

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. 3 т. М.: Машиностроение, 2003. 458с.
2. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. М.: Высшая школа, 2002. 389с.
3. Иванов М.Н. Детали машин. М.: Высшая школа, 2004. 452с.
4. Решетов Д.Н. Детали машин. М.: Машиностроение, 2001. 632с.

Оглавление

1. ВВЕДЕНИЕ	4
2. НЕУПРАВЛЯЕМЫЕ МУФТЫ	5
2.1. Глухие муфты	5
2.1.1. Втулочные муфты	6
2.1.2. Фланцевые муфты (поперечно-свертные)	8
2.2. Жесткие компенсирующие муфты	10
2.2.1. Зубчатые муфты	10
2.2.2. Кулачково-дисковые муфты	14
2.3. Упругие муфты	23
2.3.1. Втулочно-пальцевые муфты	23
2.3.2. Муфты со звездочкой	31
2.3.3. Муфты с торообразным упругим элементом	34
3. Сцепные управляемые муфты	48
3.1. Фрикционные муфты	48
4. Сцепные самоуправляемые (автоматические) муфты	55
4.1. Предохранительные муфты	55
4.1.1. Муфты с разрушающимся элементом	55
4.1.2. Фрикционные предохранительные муфты	56
5. Комбинированные муфты	59
Библиографический список	65