

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Механика»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ РЕДУКТОРА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
по курсовому проектированию
для студентов специальности 1-36 01 01
«Технология машиностроения»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2018

УДК 621.81.001.66(075.8)
ББК 34.44я73
П79

*Рекомендовано научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 9 от 22.05.2017 г.)*

Составитель *А. Т. Бельский*

Рецензент: доц. каф. «Металлорежущие станки и инструменты» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *З. Я. Шабокаева*

Проектирование типовых деталей и узлов редуктора : учеб.-метод. пособие по курсовому проектированию для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» днев. и заоч. форм обучения / сост. А. Т. Бельский. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 46 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Приведены сведения о конструкциях и геометрических параметрах типовых деталей и узлов, встречающихся в редукторе любого типа.

Для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения».

УДК 621.81.001.66(075.8)
ББК 34.44я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2018

Введение

Значение курса «Детали машин» можно выразить так: «нельзя построить ни одну машину, не умея сконструировать, рассчитать и изготовить ее детали».

Объектами курсового проектирования по дисциплине «Детали машин», как правило, являются приводные станции ленточных и цепных конвейеров. Такой выбор объекта проектирования объясняется простотой этих приводов, что делает доступным для студентов понимания их конструкции и принципа действия.

С другой стороны эти привода содержат наиболее часто используемые при проектировании детали и изделия общего назначения, а также механические передачи.

Курсовой проект по деталям машин является важной самостоятельной конструкторской работой, в ходе выполнения которой у студентов, не имеющего опыта проектирования, возникает много трудностей.

Одной из целей, которая имеет место при выполнении курсового проекта, является развитие инженерного мышления, под которым понимается умение использовать предыдущий опыт и моделировать используя аналоги.

Выполнение курсового проекта неизбежно связано с использованием необходимой технической литературой, поэтому потребность в пособиях проектированию деталей машин является актуальной.

При написании данного пособия автор ставил перед собой задачу привести необходимые сведения по типовым деталям, которые встречаются в различных видах редукторах и приводных валах конвейера в наиболее удобной форме с целью облегчения работы при выполнении курсового проекта по дисциплине «Детали машин».

1. Конструирование валов

Наибольшее распространение в редукторах получили прямые ступенчатые валы (рис. 1).

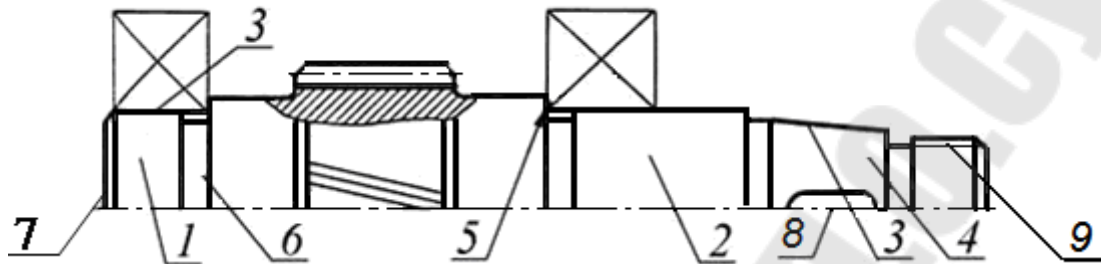


Рис. 1. Ступенчатый вал

Опорные части валов называются цапфами. При этом концевые цапфы 1 называются *шипами*, промежуточные 2 – *шейками*. На *посадочных поверхностях* 3 располагают насаживаемые детали (подшипники, полумуфты и т. д.).

Выходные концы 4 валов бывают конические с резьбой 9 на конце и цилиндрические (рис. 2).



Рис. 2. Ступенчатый вал с цилиндрическим выходным концом

Конические концы валов изготавливают с конусностью 1:10. Их применяют для облегчения монтажа устанавливаемых на вал деталей.

Переходные участки между ступенями валов выполняют в виде заплечиков 5, канавок 6, буртиков 11 или галтелей 10 (рис. 2). На торце валов выполняют фаски 7. Передача вращающего момента от ступицы к валу осуществляется с помощью шпонки. Для установки шпонки на валу выполняется шпоночный паз 8.

Галтели (рис. 3) представляют собой криволинейные поверхности плавного перехода от меньшего сечения вала к плоской части заплечика или буртика.

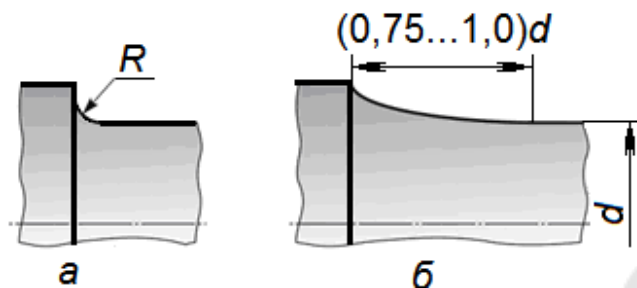


Рис. 3. Галтель
 а – постоянного радиуса; б – переменного радиуса

Радиус R галтели принимают меньше размера фаски f детали, устанавливаемой на валу (рис. 4).

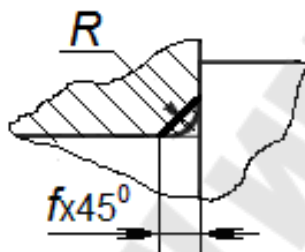


Рис. 4. Соотношение размеров галтели и фаски
 Размеры галтели постоянного радиуса приведены в табл. 1.

Таблица 1. – Размеры галтели, мм

Параметр					
	d	R	h	d	R
d	20...40	40...60	60...80	80...100	100...150
R	1...2	2...3	3...5	4...7	5...8
h	$h \geq (2,0...2,5)R$				

Размер фаски f детали, устанавливаемой на валу, принимают в зависимости от диаметра отверстия D (табл. 2).

Таблица 2. – Размер фаски, устанавливаемой на вал детали

D , мм	17...30	32...44	45...50	52...65	67...85	90...100
f , мм	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0

На участках вала, предназначенных для установки детали, выполняют скосы и фаски для облегчения сборки (рис. 5). Размеры фаски и скоса принимают в зависимости от диаметра вала по табл. 3.

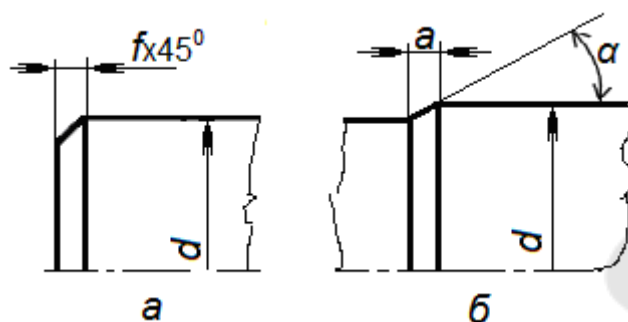


Рис. 5. Вал с фаской (а) и со скосом (б)

Таблица 3. – Размеры фаски и скоса

Диаметр вала d , мм	30...45	45...70	70...100	100...150
Фаска f , мм	2,0	2,5	3,0	4,0
Размен скоса a , мм	3,0	5,0	5,0	8,0
Угол скоса α , град	30	30	30	10

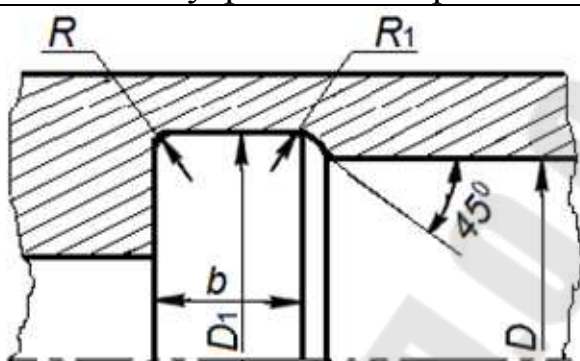
Если участок вала внешней цилиндрической поверхности необходимо при изготовлении шлифовать, то вместо обычного перехода предусматривают канавку для выхода шлифовального круга. Формы и размеры канавок приведены в табл. 4.

Таблица 4. – Размеры канавок по наружной поверхности вала, мм

Параметр			
	Свыше 10 до 50	Свыше 50 до 100	Свыше 100
d	Свыше 10 до 50	Свыше 50 до 100	Свыше 100
b	3,0	5,0	8,0
h	0,25	0,5	0,5
R	1,0	1,6	2,0
R_1	0,5	0,5	1,0

Канавку по внутренней цилиндрической поверхности выполняют с размерами в соответствии с табл. 5.

Таблица 5. – Размеры канавки по внутренней поверхности детали, мм

Параметр			
	Свыше 10 до 50	Свыше 50 до 100	Свыше 100
D	Свыше 10 до 50	Свыше 50 до 100	Свыше 100
b	3,0	5,0	8,0
D_1	$D + 0,5$	$D + 1,0$	$D + 1,0$
R	1,0	1,6	2,0
R_1	0,5	0,5	1,0

Входной и выходной вал редуктора имеют консольные участки для установки полумуфт, шкивов, звездочек или других деталей. Эти участки могут быть цилиндрическими и коническими.

Цилиндрические концы валов (рис. 6) применяют при единичном и мелкосерийном производстве. Деталь, устанавливаемую на цилиндрическом конце вала, перемещают до упора в заплечик высотой h .

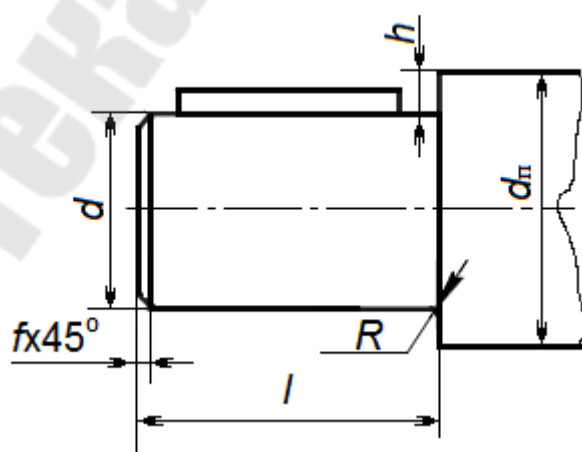


Рис. 6. Цилиндрический конец вала

Основные размеры цилиндрического конца вала приведены в табл. 6.

Таблица 6. – Основные размеры цилиндрического конца вала, мм

Диаметр d		Поле допуска	Длина l	
ряд 1-й	ряд 2-й		длинные	короткие
20, 22	24	$j6$	50	36
25, 28	-		60	42
	30		80	58
32, 36	38	$k6$	80	58
40, 45	42, 48		110	82
50, 55	53	$m6$	110	82
60, 70	63, 65, 75		140	105
80, 90	85, 95		170	130
100, 110, 125	105, 120		210	165

Примечание. Ряд 1-й диаметров является более предпочтительным

Размеры галтели R и фаски f для цилиндрического конца вала принимают в соответствии табл. 1 и табл. 3.

Соседним с концевым участком является участок для установки подшипника. Учитывая, что призматическую шпонку устанавливают с натягом, поэтому высота заплечика должна быть такой, чтобы была возможность устанавливать подшипник без съема шпонки.

Ориентировочно диаметр вал в месте установки подшипника (рис.6) рассчитывают по зависимости:

$$d_{\text{п}} \geq d + 2t_2 + 1 \text{ мм},$$

где t_2 – глубина паза в ступице (табл. 8).

Полученное значение $d_{\text{п}}$ округляют в сторону до ближайшего стандартного для подшипника размера.

Детали, устанавливаемые на цилиндрический конец вала, фиксируют в осевом направлении

На рис. 7 изображен способ фиксирования детали 3, установленной на цилиндрический конец вала 1, путем применения концевой шайбы 4 и двумя болтами (табл. 8), которые вворачиваются в резьбовые отверстия, изготовленные на торце вала.

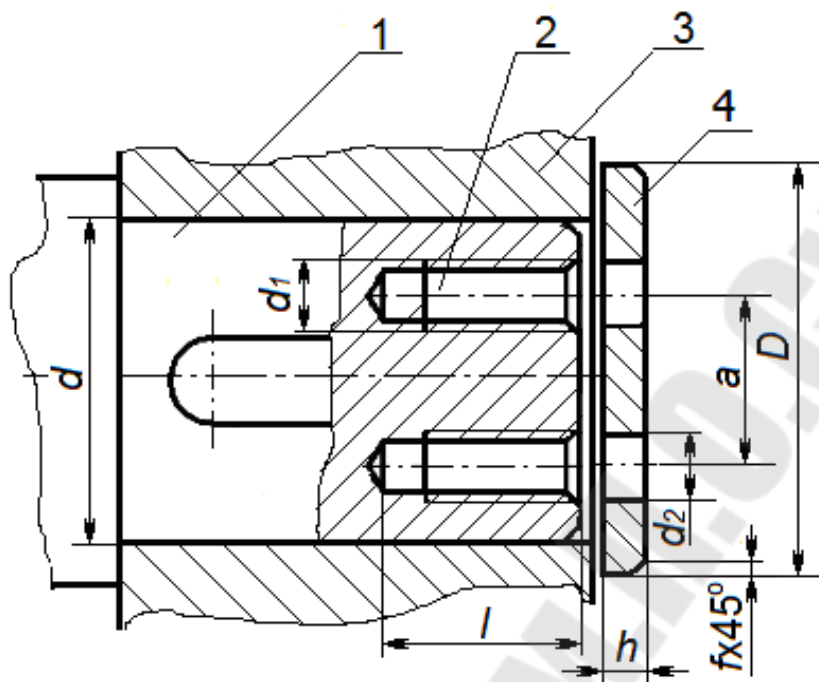


Рис. 7. Осевая фиксация детали двумя болтами и концевой шайбой

Размеры, указанные на рис. 7, приведены в табл. 7.

Таблица 7. – Рекомендуемые размеры при фиксации двумя болтами

Размеры, мм							
d	d_1	l	a	h	D	d_2	f
24...28	M6	18	12	5	32	6,6	1
28...32			12		36		
32...36			16		40		
36...40			16		45		
40...45			22		50		
45...50			22		56		
50...55	M8	22	30	6	63	9,0	1,6
55...60			30		67		
60...65			32		71		
65...70			32		75		
70...75			32		85		

Таблица 8. – Болты с шестигранной уменьшенной головкой (из ГОСТ 7796-70), мм

				
d	S	D	l	l_0
8	12	13,1	8...100	$l_0 = 22$ при $l \geq 30$; $l_0 = l$ при $l \leq 25$
10	14	15,3	10...20	$l_0 = 26$ при $l \geq 35$; $l_0 = l$ при $l \leq 30$
12	17	18,7	14...260	$l_0 = 30$ при $l \geq 35$; $l_0 = l$ при $l \leq 30$
16	22	23,9	20...300	$l_0 = 30$ при $l \geq 35$; $l_0 = l$ при $l \leq 30$
20	27	29,6	25...300	$l_0 = 38$ при $l \geq 45$; $l_0 = l$ при $l \leq 40$
24	32	35,0	35...300	$l_0 = 46$ при $l \geq 55$; $l_0 = l$ при $l \leq 50$

Примечание. Размер l (мм) в указанных пределах брать из ряда чисел: 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300

Способ фиксации детали на цилиндрическом конце вала с помощью болта, штифта и концевой шайбы 4 показан на рис. 8

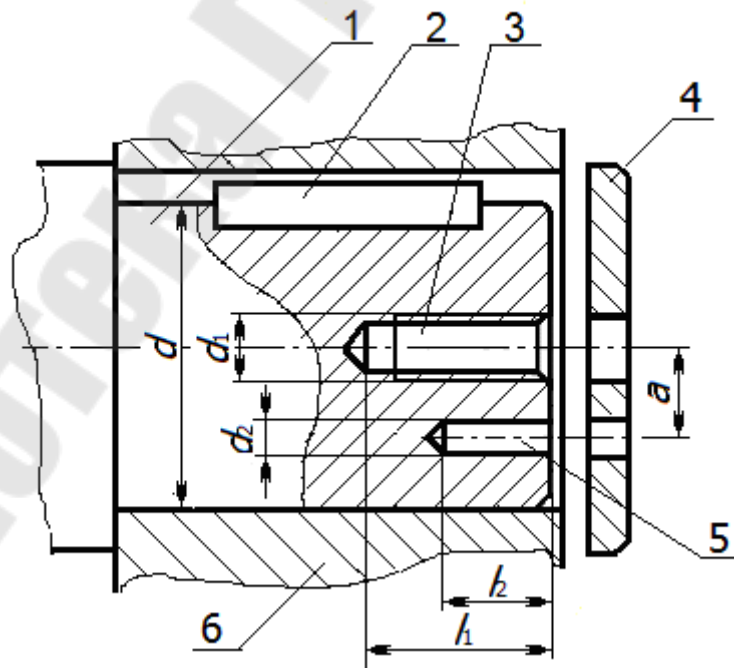


Рис. 8. Способ фиксации детали с помощью болта, штифта и концевой шайбы

Вал 1 имеет два торцевых отверстия 3 и 5. Торцевое отверстие 3 предназначено для установки цилиндрического штифта, размеры которого приведены в табл. 9, и предназначенного для фиксации концевой шайбы 4, размеры которой приведены в табл. 10.

Таблица 9. – Штифты цилиндрические (из ГОСТ 3128-70)

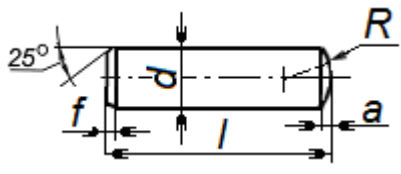
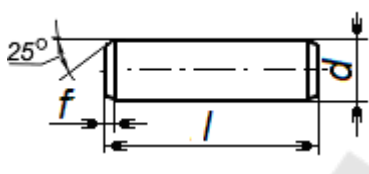
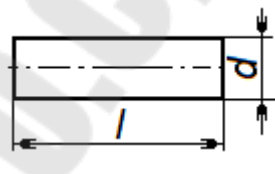
Исполнение 1		Исполнение 2				Исполнение 3	
							
d , мм	5	6	8	10	12	16	
f , мм	0,8	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	
a , мм	0,63	0,8	1,0	1,2	1,8	2,0	
l , мм	10...100	10...110	14...140	16...140	20...140	25...280	
Примечание. Радиус закругления штифта $R \approx d$							

Таблица 10. – Шайбы концевые (из ГОСТ 14734-69), мм

Обозначение	Размеры, мм										
	d вала	28	32	36	40	45	50	55	60	65	70
D	32	36	40	45	50	56	63	67	71	75	85
h	5						6				
a	9	10	10	12	16	16	20	20	25	25	28
d_1	6,6						9,0				
d_2	4,5						5,5				
f	1,0						1,6				

В резьбовое соединение 3 ввинчивается болт, с помощью которого концевая шайба прижимается к ступице 6 и фиксирует деталь в осевом направлении. Для передачи вращательного движения применяют шпоночное соединение с призматической шпонкой 2, размеры которой приведены в табл. 11.

Таблица 11. – Размеры призматических шпонок ГОСТ 23360 -78 , мм



Диаметр вала d	Сечение шпонки		Глубина паза		Длина l_p
	b	h	вала t_1	ступицы t_2	
Св. 12 до 17	5	5	3	2,3	10...56
Св. 17 до 22	6	6	3,5	2,8	14...70
Св. 22 до 30	8	7	4	3,3	18...90
Св. 30 до 38	10	8	5	3,3	22...110
Св. 38 до 44	12	8	5	3,3	28...140
Св. 44 до 50	14	9	5,5	3,8	36...160
Св. 50 до 58	16	10	6	4,3	45...180
Св. 58 до 65	18	11	7	4,4	50...200
Св. 65 до 75	20	12	7,5	4,9	56...220
Св. 75 до 85	22	14	9	5,4	63...250
Св. 85 до 95	25	14	9	5,4	70...280

Примечание. Длину l (мм) призматической шпонки выбирают из ряда: 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 250, 280

Диаметры отверстий в валу d_1 и d_2 , их длины l_1 и l_2 , а также межосевое расстояние a между осями отверстий принимают в зависимости от размера вала (табл. 12)

Таблица 12. – Размеры элементов при фиксации детали в осевом направлении болтом, штифтом и концевой шайбой, мм

d	d_1	d_2	l_1	l_2	a
24...28	M6	4	18	12	9
28...32					10
32...36					10
36...40					12
40...45					16
45...50	M8	5	22	16	16
50...55					20
55...60					20
60...65					25
65...70					25
70...75					28

Конический конец вала по ГОСТ 12081–72 (табл. 13) изготавливают с конусностью 1:10 двух исполнений: с наружной (тип 1) и внутренней (тип 2) резьбой.

Коническая форма находит широкое применение в связи с тем, что обеспечивает высокую точность и надежность соединения, а также возможность легкого демонтажа устанавливаемой детали.

Из условия установки подшипника на вал без выема шпонки диаметр соседнего с концевым участком определяют по зависимости:

$$d_{\text{п}} \geq d_{\text{ср}} + 2t_2 + 1 \text{ мм},$$

где $d_{\text{ср}} = d - 0,05l_2$ – средний диаметр (табл. 9).

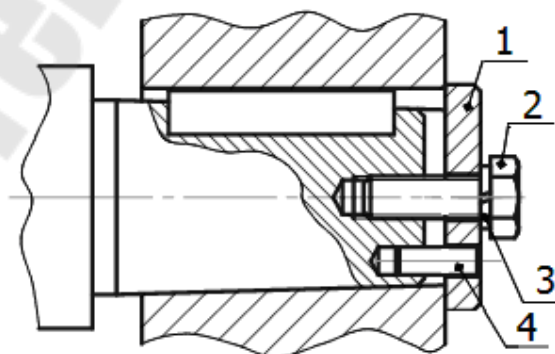


Рис. 9. Фиксации детали с помощью болта, штифта и концевой шайбы

Для фиксации детали (рис. 9) в осевом направлении, установленной на конический концевой участок вала, можно использовать болт 2, штифт 4 и концевую шайбу 1. Для предотвращения самоотвинчивания болта применяют пружинную шайбу 3. Размеры пружинной шайбы приведены в табл. 14.

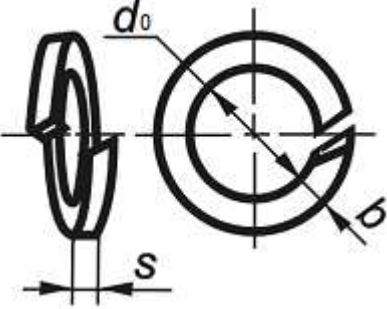
Конструктивные размеры элементов данного способа фиксации приведены в табл. 8, табл. 9, табл. 10 и табл. 12.

Таблица 13. – Размеры конического конца вала по ГОСТ 12081–72 , мм

d	l_1	l_2	d_{cp}	d_1	d_2	l_3	l_4
20	50	36	18,2	M12x1,25	M6	9	11,3
22	50	36	20,2	M12x1,25	M6	9	11,3
25	60	42	22,9	M20x1,25	M8	14	15,7
28	60	42	25,9	M20x1,25	M8	14	15,7
32	80	58	29,1	M20x1,5	M10	17	19,0
36	80	58	33,1	M20x1,5	M12	20	22,3
40	110	82	35,9	M24x2	M12	20	22,3
45	110	82	40,9	M30x2	M16	26	28,5
50	110	82	45,9	M36x3	M16	26	28,5
56	110	82	51,9	M36x3	M20	32	35,0
63	140	105	57,75	M42x3	M20	32	35,0
71	140	105	65,75	M48x3	M24	36	39,3
80	170	130	73,5	M56x4	M30	44	47,9
90	170	130	83,5	M64x4	M30	44	47,9

Примечание. Размеры b, h, t_1 и t_2 приведены в табл. 10.

Таблица 14. – Шайбы пружинные (из ГОСТ 6402-70), мм



Резьба болта, мм	Размеры шайбы, мм		Резьба болта, мм	Размеры шайбы, мм	
	d_0	$s = b$		d	$s = b$
M5	5,1	1,4	M12	12,2	3,0
M6	7,1	1,6	M16	16,3	4,0
M8	8,2	2,0	M20	20,5	5,0
M10	10,2	2,5	M24	24,5	5,5

В тяжело нагруженных конструкциях фиксацию детали на коническом конце вала в осевом направлении можно получить также с помощью круглой шлицевой гайки 1 и стопорной многолапчатой шайбы 2 (рис. 10), у которой язычок входит в паз вала, а один из наружных выступов отгибает в шлиц гайки.

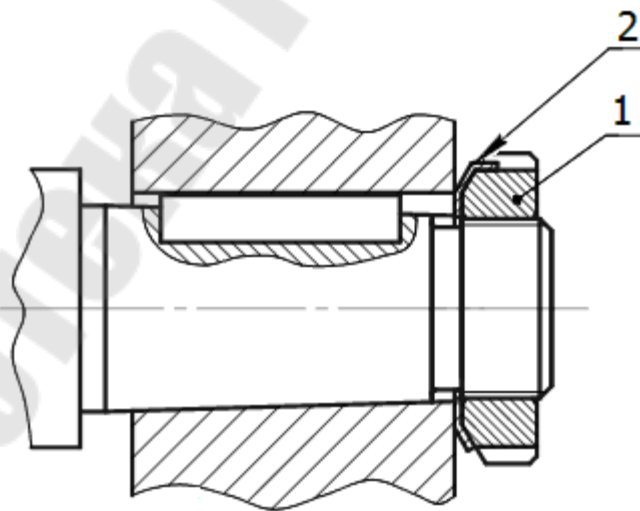
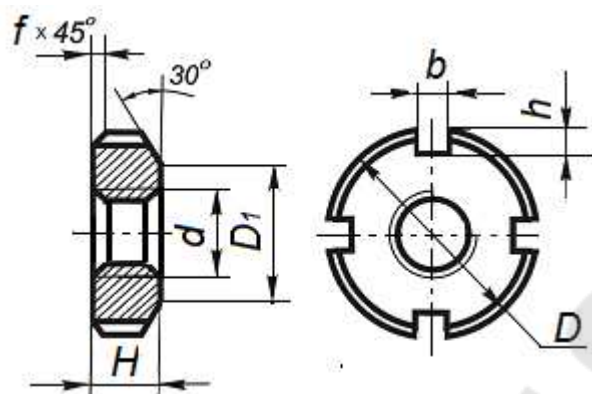


Рис. 10. Фиксация с помощью круглой шлицевой гайки

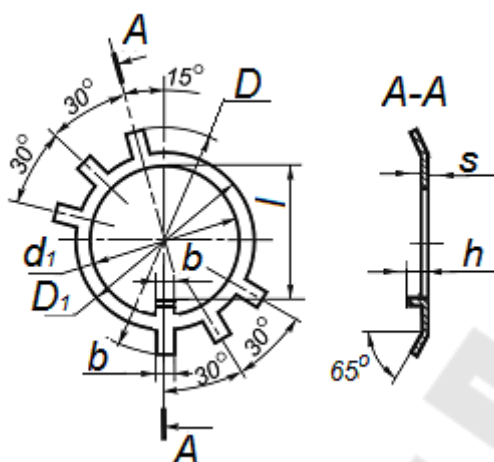
Размеры круглой шлицевой гайки и стопорной многолапчатой шайбы приведены соответственно в табл. 15 и табл. 16.

Таблица 15. – Гайки круглые шлицевые (из ГОСТ 11871-88), мм



Резьба, d	D	D_1	H	b	h	$f \leq$
M20x1,5	34	26	8	6	2,0	1,0
M22x1,5	38	29	10	6	2,5	1,0
M24x1,5	42	31	10	6	2,5	1,0
M27x1,5	45	35	10	6	2,5	1,0
M30x1,5	48	38	10	6	2,5	1,0
M33x1,5	52	40	10	8	3,0	1,0
M36x1,5	55	42	10	8	3,0	1,0
M39x1,5	60	38	10	8	3,0	1,0
M42x1,5	65	52	10	8	3,0	1,0
M45x1,5	70	55	10	8	3,0	1,0
M48x1,5	75	58	12	8	3,5	1,0
M52x1,5	80	61	12	10	3,5	1,0
M56x2,0	85	65	12	10	4,0	1,6
M60x2,0	90	70	12	10	4,0	1,6
M64x2,0	95	75	12	10	4,0	1,6
M68x2,0	100	80	15	10	4,0	1,6
M72x2,0	100	85	15	10	4,0	1,6
M76x2,0	110	85	15	10	4,0	1,6
M80x2,0	110	90	15	10	4,0	1,6
M85x2,0	129	98	15	10	4,0	1,6

Таблица 16. – Шайбы стопорные многолапчатые (из ГОСТ 11872-89), мм



Резьба, d	d_1	D	D_1	l	b	h	s
M20x1,5	20,5	36	27	17	4,8	4	1,0
M22x1,5	22,5	40	30	19	4,8	4	1,0
M24x1,5	24,5	44	33	21	4,8	4	1,0
M27x1,5	27,5	47	36	24	4,8	5	1,0
M30x1,5	30,5	50	39	27	4,8	5	1,0
M33x1,5	33,5	54	42	30	5,8	5	1,6
M36x1,5	36,5	58	45	33	5,8	5	1,6
M39x1,5	39,5	62	48	36	5,8	5	1,6
M42x1,5	42,5	67	52	39	5,8	5	1,6
M45x1,5	45,5	72	56	42	5,8	5	1,6
M48x1,5	48,5	77	60	45	7,8	5	1,6
M52x1,5	52,5	82	65	49	7,8	6	1,6
M56x2,0	57,0	87	70	53	7,8	6	1,6
M60x2,0	61,0	92	75	57	7,8	6	1,6
M64x2,0	65,0	98	80	61	7,8	6	1,6
M68x2,0	69,0	102	85	65	9,5	7	1,6
M72x2,0	73,0	107	90	69	9,5	7	1,6
M76x2,0	77,0	112	95	73	9,5	7	1,6
M80x2,0	81,0	117	100	76	9,5	7	1,6
M85x2,0	86,0	122	105	81	9,5	7	1,6

Размеры канавки на валу под язычок стопорной шайбы приведены в табл. 17.

Таблица 17. – Канавки под язычок стопорной шайбы, мм

Резьба, d	a_1	$a_{2 \text{ наим}}$	$a_{3 \text{ наим}}$	$a_{4 \text{ наим}}$	$d_{1 \text{ наиб}}$
M20x1,5	6	2	3,5	1,0	16,5
M22x1,5	6	2	3,5	1,0	18,5
M24x1,5	6	2	3,5	1,0	20,5
M27x1,5	6	3	4,0	1,5	23,5
M30x1,5	6	3	4,0	1,5	26,5
M33x1,5	6	3	4,0	1,5	29,5
M36x1,5	6	3	4,0	1,5	32,5
M39x1,5	6	3	4,0	1,5	35,5
M42x1,5	8	3	5,0	1,5	38,5
M45x1,5	8	3	5,0	1,5	41,5
M48x1,5	8	3	5,0	1,5	44,5
M52x1,5	8	3	5,0	1,5	48,0
M56x2,0	8	3	5,0	1,5	52,0
M60x2,0	8	3	6,0	1,5	56,0
M64x2,0	8	3	6,0	1,5	60,0
M68x2,0	8	3	6,0	1,5	64,0
M72x2,0	10	5	6,0	1,5	68,0
M76x2,0	10	5	6,0	1,5	72,0
M80x2,0	10	5	6,0	2,0	75,0
M85x2,0	10	5	6,0	2,0	80,0

2. Конструирование подшипниковых узлов

Конструкция подшипниковых узлов должна обеспечивать следующее:

- 1) возможность нормальной работы подшипников при тепловом удлинении вала;
- 2) необходимые условия для работы подшипника, то есть наличие смазки и предохранение от загрязнения;
- 3) передачу осевой силы на то кольцо, которое напрессовывается;
- 4) фиксацию положения вала в осевом направлении.

Наибольшее распространение получили две схемы установки подшипников в корпусе редуктора.

Первая схема (рис. 11) заключается в том, что осевое фиксирование вала выполняют в одной опоре, а другую опору делают плавающей. Эту схему применяют при наличии длинных валов, которые могут иметь значительные температурные деформации. Для осуществления свободных осевых перемещений наиболее подходят радиальный подшипник с короткими цилиндрическими роликами (табл. 18) и радиальный шарикоподшипник (табл. 19) с незакрепленным наружным кольцом.

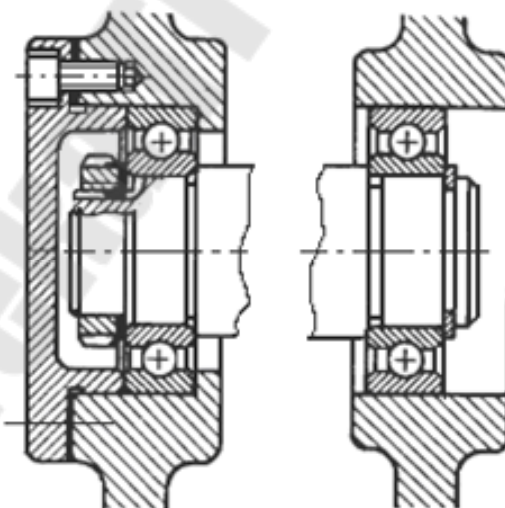
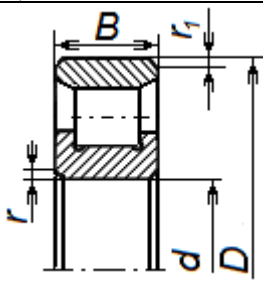


Рис. 11. Схема установки подшипников с плавающей опорой

Таблица 18. – Подшипника роликовые радиальные с короткими цилиндрическими роликами (из ГОСТ 8328-75)



Обозначение	Размеры, мм					Грузоподъемность, кН	
	Легкая серия						
	d	D	B	r	r_1	C	C_0
2204	20	47	14	1,5	1,0	14,7	7,35
2205	25	52	15	1,5	1,0	16,8	8,8
2206	30	62	16	1,5	1,0	22,4	12,0
2207	35	72	17	2,0	1,0	31,9	17,6
2208	40	80	18	2,0	2,0	41,8	24,0
2209	45	85	19	2,0	2,0	44,9	25,5
2210	50	90	20	2,0	2,0	45,7	27,5
2211	55	100	21	2,5	2,0	56,1	34,0
2212	60	110	22	2,5	2,5	64,4	43,0
2213	65	120	23	2,5	2,5	76,5	51,0
2214	70	125	24	2,5	2,5	79,2	51,0
2215	75	130	25	2,5	2,5	91,3	63,0
2216	80	140	26	3,0	3,0	106,9	68,0
	Средняя серия						
2304	20	52	15	2,0	2,0	20,5	10,4
2305	25	62	17	2,0	2,0	28,6	15,0
2306	30	72	19	2,0	2,0	39,6	29,0
2307	35	80	21	2,5	2,0	44,6	27,0
2308	40	90	23	2,5	2,5	56,1	32,5
2309	45	100	25	2,5	2,5	72,1	41,5
2310	50	110	27	3,0	3,0	88,0	52,9
2311	55	120	29	3,0	3,0	192,0	67,0
2312	60	130	31	3,5	3,5	123,0	76,5
2313	65	140	33	3,5	3,5	138,0	85,0
2314	70	150	35	3,5	3,5	151,0	192,0
2315	75	160	37	3,5	3,5	183,0	125,0
2316	80	170	39	3,5	3,5	190,0	125,0

Таблица 19. – Подшипники шариковые радиальные однорядные (из ГОСТ 8338–75)

Обозначение	Размеры, мм				Грузоподъемность, кН	
	Легкая серия					
	d	D	B	r	C	C_0
204	20	47	14	1,5	12,7	6,20
205	25	52	15	1,5	14,0	6,95
206	30	62	16	1,5	19,5	10,0
207	35	72	17	2,0	25,5	13,7
208	40	80	18	2,0	32,0	17,8
209	45	85	19	2,0	33,2	18,6
210	50	90	20	2,0	35,1	19,8
211	55	100	21	2,5	43,6	25,0
212	60	110	22	2,5	52,0	31,0
213	65	120	23	2,5	56,0	34,0
214	70	125	24	2,5	61,8	37,5
215	75	130	25	2,5	66,3	41,0
216	80	140	26	3,0	70,2	45,0
	Средняя серия					
304	20	52	15	2,0	15,9	7,6
305	25	62	17	2,0	22,5	11,4
306	30	72	19	2,0	28,1	14,6
307	35	80	21	2,5	33,2	18,0
308	40	90	23	2,5	41,0	22,4
309	45	100	25	2,5	52,7	30,0
310	50	110	27	3,0	61,8	36,0
311	55	120	29	3,0	71,5	41,5
312	60	130	31	3,5	81,9	48,0
313	65	140	33	3,5	92,3	56,0
314	70	150	35	3,5	104,0	63,0
315	75	160	37	3,5	112,0	72,5
316	80	170	39	3,5	123,0	80,0

При отсутствии значительного нагрева короткие валы можно крепить посредством двух опор (рис. 12).

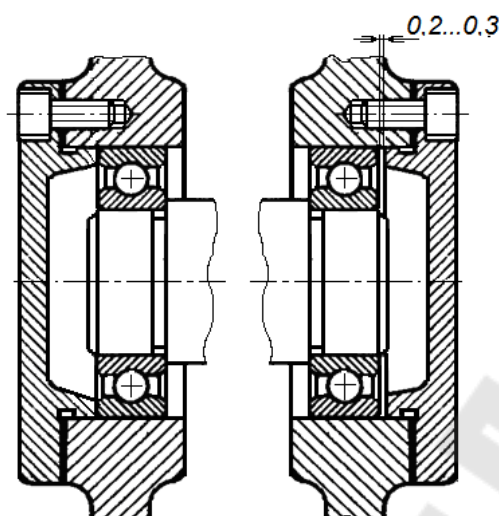


Рис. 12

При этом одна из опор удерживает вал в одном осевом направлении, а вторая опора – в противоположном направлении.

Для предупреждения защемления тел качения при применении радиальных подшипников предусматривается осевой зазор $0,2 \dots 0,3$ мм между крышкой подшипника и наружным кольцом. В случае применения радиально-упорных осевую регулировку осуществляют путем изменения общей толщины прокладок между фланцем крышки подшипника и корпусом редуктора.

Кольца подшипников, за исключением плавающих, закрепляются на валу и в корпусе, с целью фиксирования вала в осевом направлении, восприятия осевой нагрузки и предотвращения проворота колец при действии динамических нагрузок.

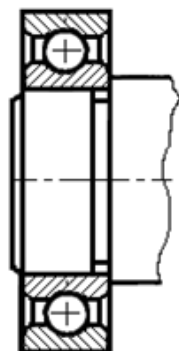


Рис. 13. Крепление упором в заплечик и посадкой

При выборе рационального способа крепления подшипников на валу и в корпусе редуктора учитывают тип подшипника, направление

и величину действующей нагрузки, частоту вращения, условий монтажа и демонтажа.

Для закрепления внутренних колец подшипника применяют различные средства, однако, наиболее распространенным способом, когда на подшипник не действует осевая нагрузка и необходимо предотвратить только случайное его смещение, является упор в заплечик (рис. 13).

В этом случае осевое крепление на валу осуществляется только посадкой без применения дополнительных устройств.

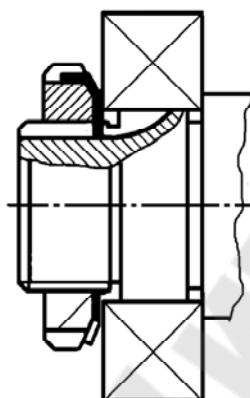


Рис. 14. Крепление круглой гайкой со шлицами

При действии значительных осевых сил применяют дополнительные устройства, например, круглую шлицевую гайку (рис. 14) со стопорной многолапчатой шайбы, которая предохраняет гайку от развинчивания.

Крепление подшипника в корпусе чаще всего осуществляют крышкой: привертной (рис. 15,а) или закладной (рис. 15,б).

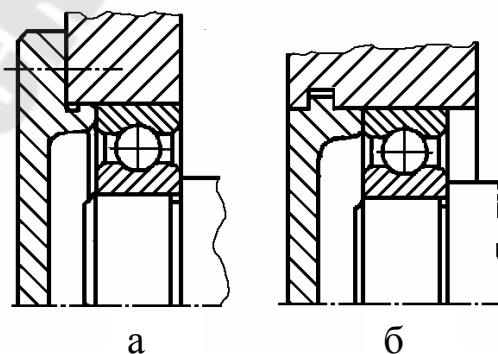


Рис. 15. Крепление наружного кольца подшипника

3. Крышки подшипниковых узлов

Для герметизации подшипниковых узлов редуктора, восприятия осевых нагрузок и осевой фиксации подшипников применяют крышки.

Крышки подшипников, как правило, изготавливают из чугуна марки СЧ15 и на прочность не рассчитывают, а их размеры принимают из конструктивных соображений, основываясь на опыте эксплуатации. Они бывают двух видов: торцовые и врезные. Те и другие выполняют в двух конструкциях – глухие и с отверстием для выходного конца вала, то есть сквозные.

Торцовая глухая крышка, крепящаяся к редуктору винтами, показана на рис. 16.

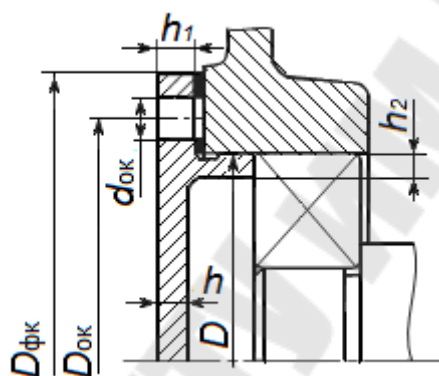


Рис 16. Торцовая глухая крышка

Определяющим параметром при конструировании крышки является диаметр D отверстия в корпусе под подшипник (табл. 20).

Таблица 20. – Параметры торцовой глухой крышки подшипника

D , мм	50...60	65...75	75...95	100...145	150...220
h , мм	5	6	6	7	8
d_4 , мм	6	8	8	10	12
$d_{ок}$, мм	7	9	9	11	13
z	4	4	6	6	6
h_1	$1,2h$				
h_2	$(0,9...1)h$				
$D_{фк}$	$D + (4...4,4)d_4$				
$D_{ок}$	$0,5(D + D_{фк})$				

Торцовая сквозная крышка показана на рис 17.

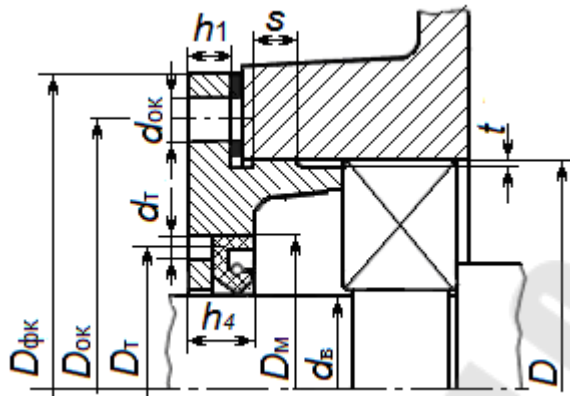


Рис. 17. Торцовая сквозная крышка подшипника

Параметры торцовой сквозной крышки определяют следующим образом.

Толщина фланца h_1 , диаметр фланца $D_{фк}$, диаметр отверстия под винт $d_{ок}$, число винтов z и их диаметр d_4 , а также диаметр окружности центров отверстий крепления крышки $D_{ок}$, выбирают в соответствии с рекомендациями табл. 20.

Толщина h_4 сквозной крышки

$$h_4 = h_м + 3...4 \text{ мм.}$$

Диаметр технологического отверстия

$$d_т = 3...3,5 \text{ мм.}$$

Количество технологических отверстий $z_т = 3$.

Диаметр окружности центров технологических отверстий

$$D_т \approx D_м - (1,2...1,3)d_т.$$

Размер $t = 0,5$ мм.

Закладные крышки (рис. 18) в основном применяют в редукторах, имеющих плоскость разреза по осям валов. В отличие от торцовых крышек они не требуют крепления к корпусу редуктора резьбо-

выми деталями. Удержание крышки осуществляется кольцевым выступом, для которого в корпусе редуктора протачивают канавку.

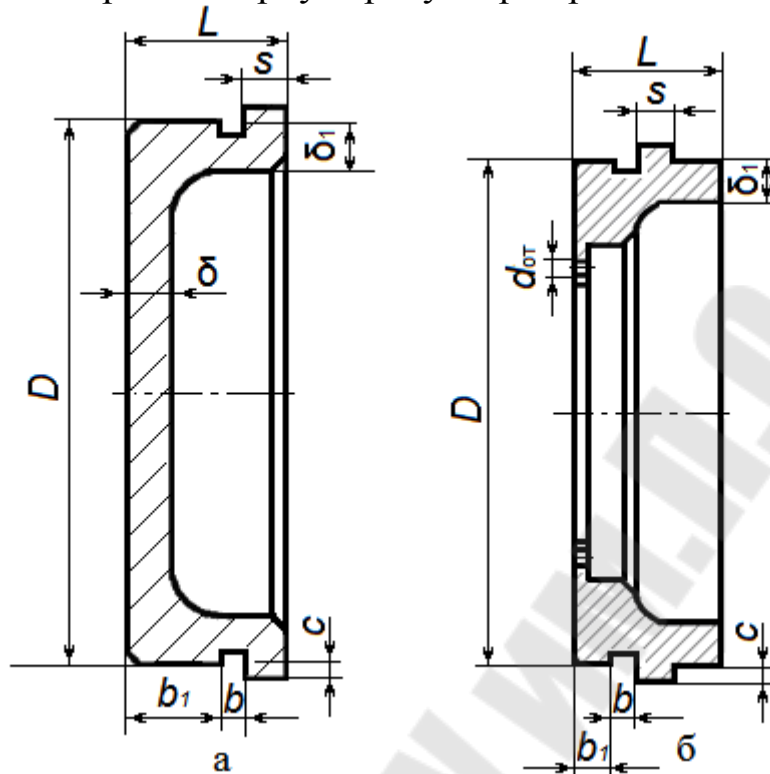


Рис. 18. Закладные крышки
а) глухая; б) сквозная

Для обеспечения сопряжения торцов выступа крышки и канавки корпуса по плоскости, на наружной цилиндрической поверхности крышки перед торцом выступа обычно выполняют канавку шириной b , размеры которой на диаметре D принимают по табл. 4 при условии, что $D = d$.

Толщину δ стенки крышки принимают в зависимости от диаметра D отверстия под подшипник. Конструктивные размеры закладных крышек приведены в табл. 21.

Таблица 21. – Конструктивные размеры закладных крышек

D , мм	50...60	65...75	75...95	100...145	150...220
δ , мм	5	6	6	7	8
δ_1	$(0,9...1)\delta$				
s	$(0,9...1)\delta$				
c	$\approx 0,5s$				
d_0 , мм	3...4				
b_1	$\approx 2,5b$				
L	конструктивно				

Конструкции редукторов с закладными крышками обладают существенными недостатками, а именно: невозможность осмотра подшипника без демонтажа крышки редуктора; сложность расточки канавок в корпусе под выступ крышки; сложностью применения радиально-упорных подшипников из-за трудности получения необходимой величины осевого люфта.

Из-за указанных недостатков закладные крышки имеют ограниченное применение.

4. Уплотнения

Уплотнение – это устройство для разделения внешней и внутренней сред и устранения утечки через подвижные и неподвижные соединения.

Для уплотнения неподвижных соединений применяются плоские прокладки, которые при затяжке стыка деформируются и перекрывают каналы, которые образуются в результате механической обработки поверхностей из-за микронеровностей, волнистости и отклонений от правильной геометрической формы.

Для уплотнения подвижных соединений, которые имеют место в подшипниковых узлах, применяют различные конструкции: контактные уплотнения, лабиринтные уплотнения, щелевые уплотнения и центробежные уплотнения.

При создании уплотнительных устройств необходимо обеспечить защиту подшипникового узла от попадания в него пыли, влаги и других веществ, исключить вытекание из него смазочного материала, а также простоту установки и съема уплотнения. Указанным требованиям в полной мере отвечают манжетные уплотнения, которые применяют при смазке подшипника как густым, так и жидким смазочным материалом при окружной скорости до 20 м/с.

Манжета (рис. 19,а) состоит из корпуса 1, изготовленного из бензомаслостойкой резины, каркаса 2, представляющего собой стальное кольцо Г-образного сечения и браслетной пружины 3. Каркас придает манжете жесткость и обеспечивает ее плотную посадку в корпус редуктора без применения дополнительного крепления, а браслетная пружина (рис. 19,в) стягивает уплотняющую часть манжеты, в результате чего ее контакт с цилиндрической поверхности происходит по кольцевой поверхности шириной b (рис. 19,г). Для работы в засоренной среде применяют манжету с дополнительной рабочей

кромкой 4 (рис. 19,б), называемую «пыльником». Размеры резиновых манжет приведены в табл. 22.

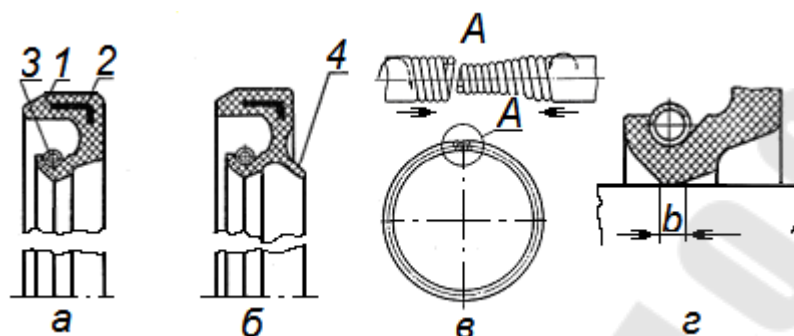


Рис. 19. Конструкция манжет армированная

Манжету устанавливают открытой стороной внутрь корпуса (рис. 20, а). В этом случае обеспечивается хороший доступ смазочного материала к рабочей кромке манжеты.

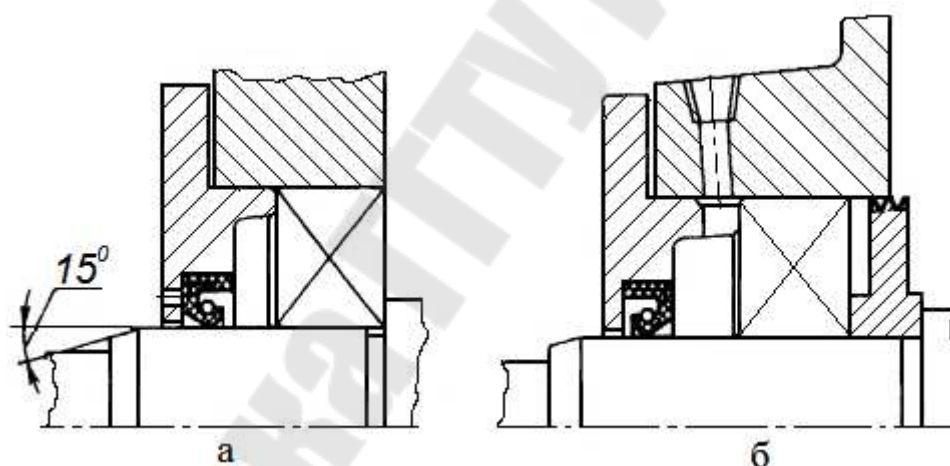


Рис. 20. Установка манжет

а – уплотнение внутренней полости редуктора; б уплотнение консистентного смазочного материала

При подаче пластичного смазочного материала с помощью шприца внутри подшипниковой камеры давление может быть очень высоким. Для предупреждения повреждения манжеты в этом случае ее устанавливают рабочей кромкой наружу (рис. 20,б). Тогда при повышении давления смазочный материал отогнет кромку манжеты, и избыток его вытечет наружу.

Таблица 22. – Манжеты резиновые армированные (по ГОСТ 8752-79)

Тип манжеты	Размеры, мм							
	d	D	h_1	h_2	d	D	h_1	h_2
<p>Тип 1</p>	10	26	7	10	40	60	10	14
	11	26	7	10	42	62	10	14
	12	28	7	10	45	65	10	14
	13	28	7	10	48	70	10	14
	14	28	7	10	50	70	10	14
	15	30	7	10	52	70	10	14
	16	30	7	10	55	80	10	14
	17	32	7	10	56	80	10	14
	18	35	7	10	58	80	10	14
	19	35	7	10	60	85	10	14
<p>Тип 2</p>	20	40	10	14	63	90	10	14
	21	40	10	14	65	90	10	14
	22	40	10	14	70	95	10	14
	24	40	10	14	71	95	10	14
	25	45	10	14	75	100	10	14
	26	45	10	14	80	105	10	14
	28	47	10	14	85	110	12	16
	30	52	10	14	90	120	12	16
	32	52	10	14	92	120	12	16
	35	58	10	14	95	120	12	16
	36	58	10	14	100	125	12	16
	38	58	10	14	105	130	12	16

При высоком уровне смазочного материала в редукторе ставят две манжеты рядом (рис. 21,а). Также две манжеты ставят в случае сильной запыленной внешней среды или одну с пыльником (рис. 21,б).

Свободное пространство между манжетами, а также между кромками манжеты и пыльником при сборке заполняют пластичным смазочным материалом, например, ЦИАТИМ-221.

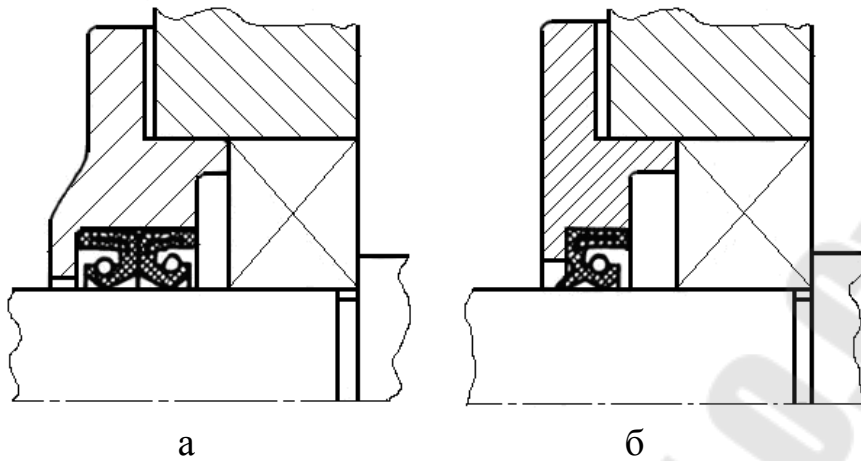


Рис. 21. Установка уплотнительных манжет
 а – зеркальная установка; б – установка манжеты с пыльником

5. Контроль уровня смазочного материала

Для наблюдения за уровнем смазочного материала в корпусе редуктора устанавливают маслоуказатели различных конструкций.

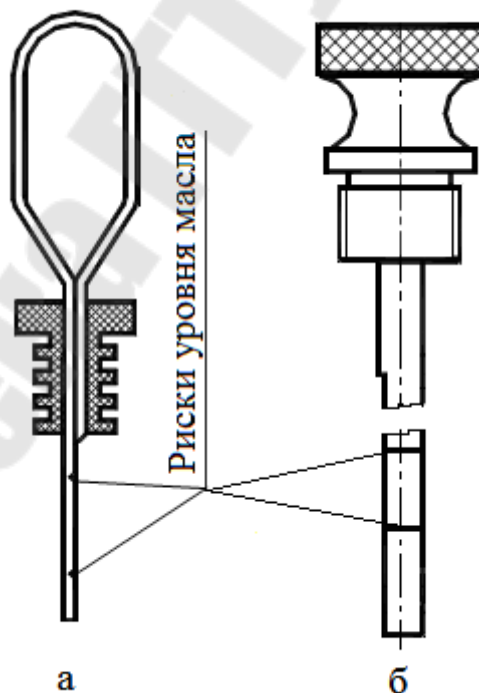


Рис. 22. Жезловые маслоуказатели
 а – проволочный; б – резьбовой

Наибольшее распространение получили жезловые маслоуказатели (рис. 22), так как конструкция их проста и достаточно надежна и возможен контроль в труднодоступных местах машины. Уровень смазочного материала контролируют по следу смазки на жезле (щупе) после того когда его вынули из гнезда. Контроль обычно осуществляют при остановленной машине, предварительно щуп вынимают и протирают. Предельные значения уровня смазочного материала указываются на щупе посредством рисок.

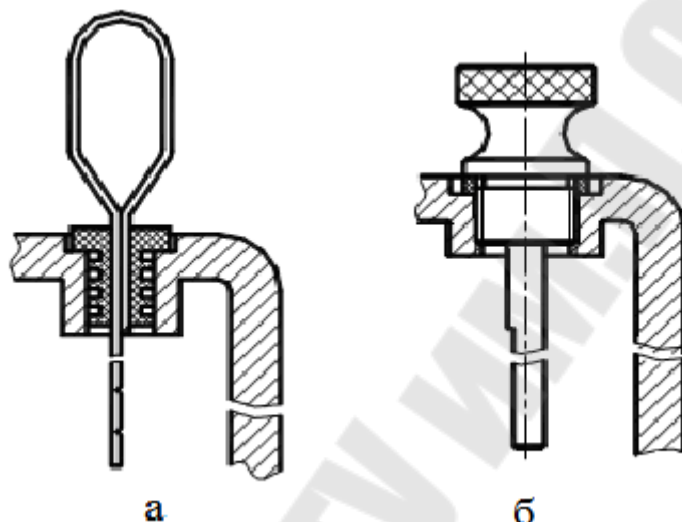


Рис. 23. Вертикально расположенный щуп
а – проволочный; б – резьбовой

По технологическим соображениям вертикально расположенный щуп (рис. 23), тогда как при большой высоте корпуса наиболее выгодным является наклонный щуп (рис. 24).

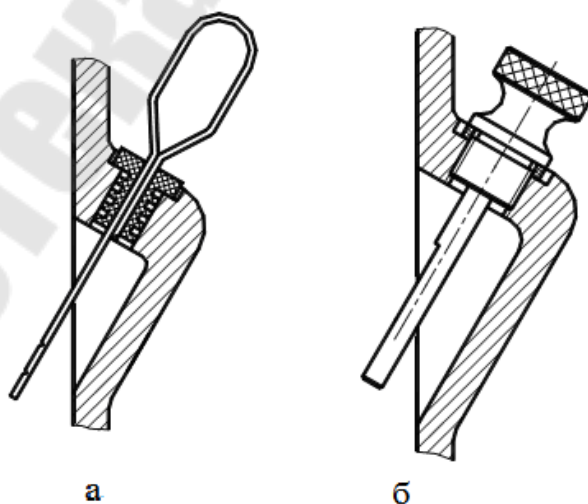


Рис. 24. Наклонно расположенный щуп
а – проволочный; б – резьбовой

Конструктивные размеры, наиболее распространенных резьбовых маслоуказателей, приведены на рис. 25.

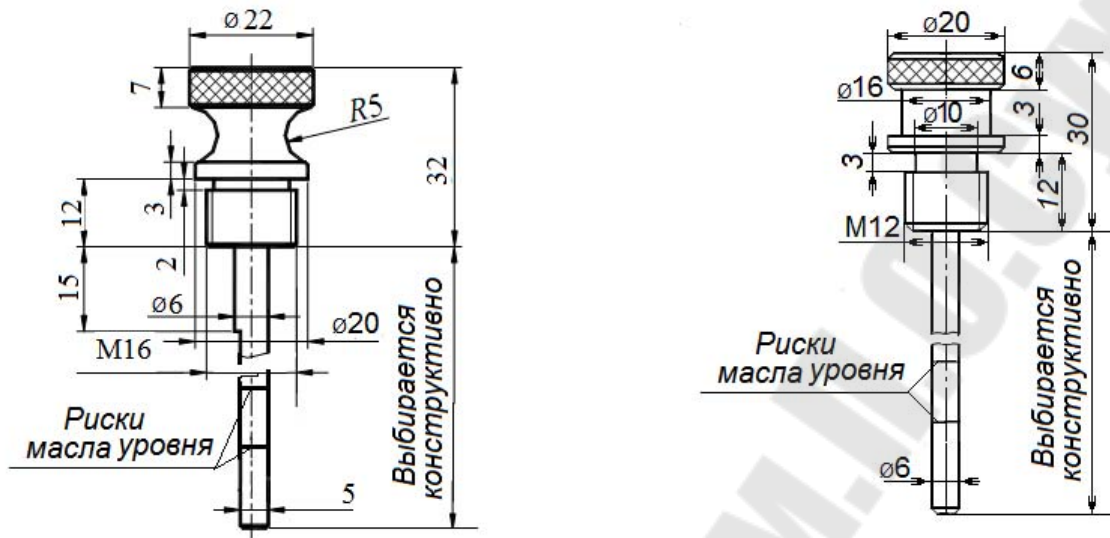


Рис. 25. Конструктивные размеры резьбовых маслоуказателей

Фонарный маслоуказатель бывает круглой формы (рис. 26) и удлиненно-овальной формы (рис. 27), в случае большого перепада уровня смазочного материала. Рекомендуемые конструктивные размеры фонарных маслоуказателей приведены в табл. 23 и табл. 24.

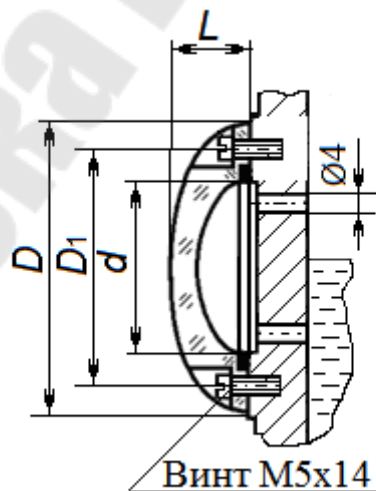


Рис. 26. Фонарный маслоуказатель круглой формы

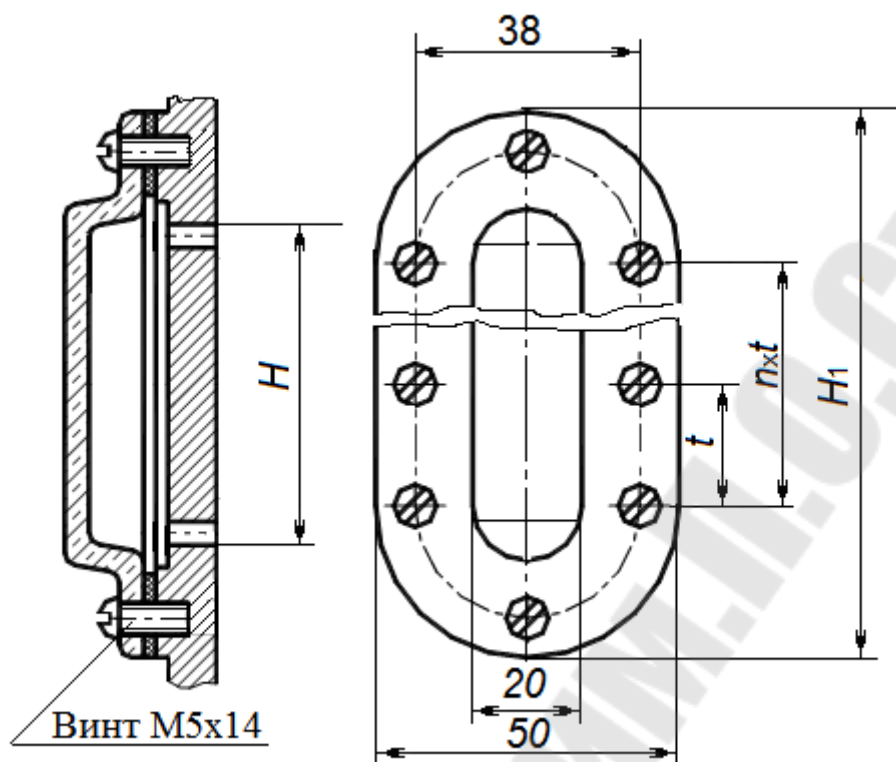


Рис. 27. Фонарный маслоуказатель овальной формы

Таблица 23. – Размеры фонарного маслоуказатель круглой формы, мм

d	D	D_1	L
30	60	48	12
50	82	70	14,5

Таблица 24. – Размеры фонарного маслоуказатель овальной формы, мм

H , мм	H_1 , мм	t , мм	Число шагов, n	Число отверстий, n_0
82	112	40	1	6
122	152	40	2	8
162	192	40	3	10

Круглый и удлиненный маслоуказатели применяют в металло-режущих станках, где коробки скоростей и коробки подач расположены на достаточной высоте от уровня пола и поэтому наблюдение за уровнем смазочного материала с помощью этих маслоуказателей удобно. Для удобства наблюдения и защиты стекла от случайного по-

вреждения фонарные маслоуказатели применяют, как правило, при расположении их на высоте около 1 метра над уровнем пола, поэтому применять их в приводах конвейеров не рекомендуется.

Трубчатый маслоуказатель сделан по принципу сообщающихся сосудов (рис. 28).

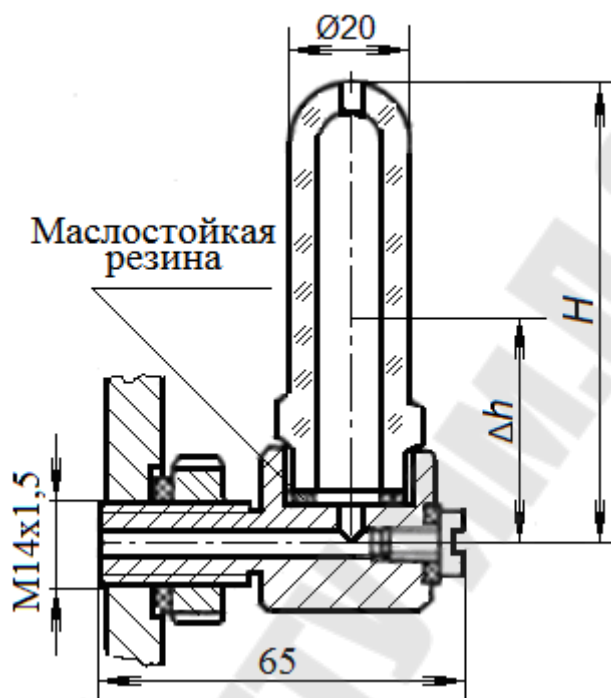


Рис. 28. Трубчатый маслоуказатель

Размер H зависит от значения Δh . Эта зависимость приведена в табл. 25.

Таблица 25. – Размеры трубчатого маслоуказателя

Величина	Размеры, мм	
Δh до	35	80
H	80	125

Трубчатые маслоуказатели позволяют вести непрерывный контроль уровня смазочного материала, однако они требуют внимательного обращения, так как легко бьются.

Крановые маслоуказатели представляют собой краны или пробки, закрывающие отверстия в корпусе и расположенные на уровне смазочного материала. Уровень контролируется по вытеканию смазочного материала при их открытии. С целью контроля верхнего и

нижнего предельного уровня смазочного материала в корпусе редуктора пробки устанавливают попарно (рис. 29).

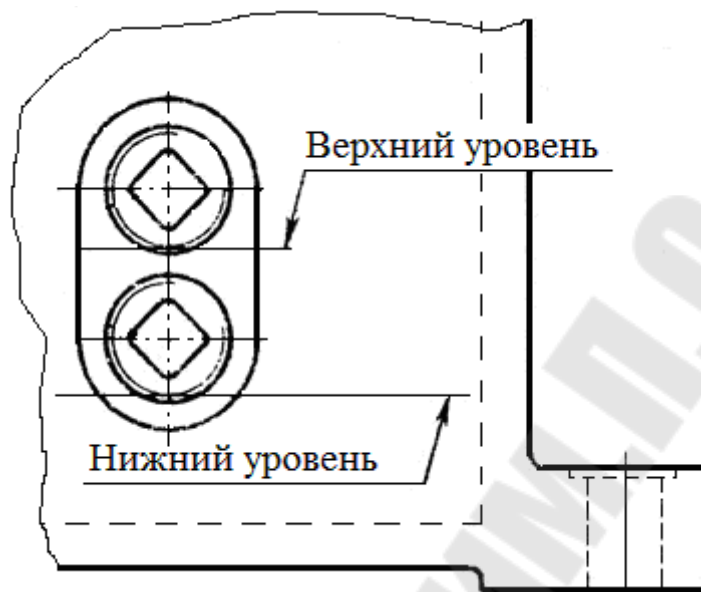


Рис. 29. Пробковый маслоуказатель

6. Сливные пробки

В редукторах, как правило, применяют картерную систему смазывания, при которой корпус является резервуаром для смазочного материала. При работе смазочный материал постепенно загрязняется продуктами изнашивания, происходит его старение, что приводит к ухудшению его свойства. Поэтому смазочный материал периодически меняют. Для слива смазочного материала в корпусе редуктора выполняют сливное отверстие, закрываемое пробкой.

Для улучшения слива отверстие должно быть достаточно большого диаметра и расположено ниже уровня днища (рис. 30).

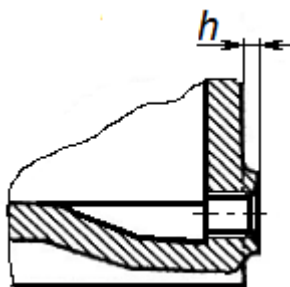


Рис. 30. Сливное отверстие

Перед сверлением и нарезанием резьбы сливного отверстия прилив на корпусе фрезеруют, поэтому он должен выступать над необрабатываемой поверхностью корпуса редуктора на высоту

$$h = 0,5\delta,$$

где δ – толщина корпуса редуктора.

Чтобы слив смазочного материала происходил без остатка, дно корпуса выполняют с уклоном от $0,5^{\circ}$ до $1,0^{\circ}$ в сторону сливного отверстия. Внутри корпуса у самого отверстия предусматривают местное углубление, для выхода инструмента, которым обрабатывают отверстие. Толщина днища в месте углубления должна оставаться без изменения.

Сливные пробки с цилиндрической резьбой (рис. 31) уплотняются прокладками. Они могут быть плоскими (рис. 31,а) из промасленного технического картона марки А (ГОСТ 9347—74) толщиной 1 и 1,5 мм, из паронита марки УВ (см. ГОСТ 481—71) толщиной 1,0; 1,5 и 2,0 мм, из мягкого алюминия и т.д. или маслостойкой резины (ГОСТ 9833—73) в виде кольца круглого сечения (рис. 31,б). Плоские прокладки имеют недостаток, заключающийся в том, что они легко повреждаются при повторном использовании. Резиновое кольцо (рис. 32) более долговечно, так как от выдавливания при завинчивании пробки его предохраняет расположение в специальном углублении.

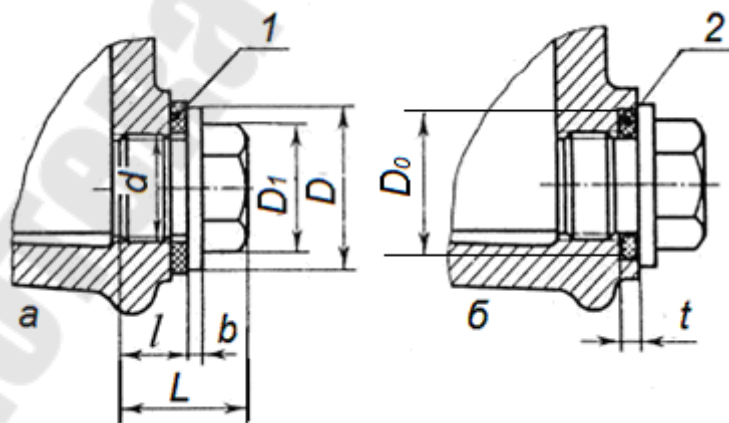


Рис. 31. Сливные пробки с цилиндрической резьбой
1 – плоская прокладка; 2 – резиновая прокладка

Размеры пробок с цилиндрической резьбой приведены в табл. 26.

Таблица 26. – Размеры пробок с цилиндрической резьбой

d	D	D_1	L	l	b	t
M16x1,5	25	21,9	24	13	3	3
M20x1,5	30	25,4	25	13	4	3

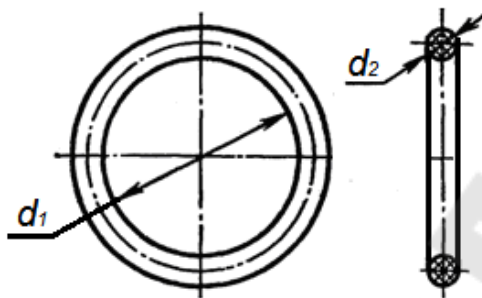


Рис. 32. Конструкция уплотняющего кольца

Размеры кольца и углубления приведены в табл. 27.

Таблица 27. Размеры уплотняющего кольца и углубления

Резьба	Кольцо		Углубление	
	d_1	d_2	D_0	t
M16x1,5	16	2,5	22	1,9
M20x1,5	20	3,0	27	2,2

Пробки с конической резьбой (рис. 33) не требуют прокладок и обработки поверхностей бобышек, в которых нарезается резьба.

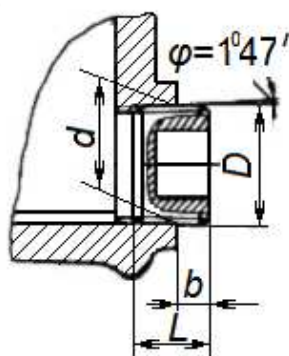


Рис. 33. Пробка с конической резьбой

Размеры пробок с конической резьбой приведены в табл. 28.

Таблица 28. – Размеры пробок с конической резьбой и квадратным углублением

d	D	L	b	Размер под ключ
КГ1/2" труб.	20,9	15	7,5	8
КГ3/4" труб	26,4	16	7,5	12

7. Крышки люков, отдушины

Для заливки смазочного материала в корпус редуктора и контроля правильности зацепления, а также для осмотра зубчатых колес и подшипников в верхней части редуктора делают прямоугольной формы люки. Размер люка должны быть по возможности большим, который закрывают крышкой.

При единичном и мелкосерийном производстве применяют простейшую конструкцию крышки, выполненную из стального листа, толщина которого $\delta_k = (0,010...0,012)L \geq 2 \text{ мм}$ (рис. 34).

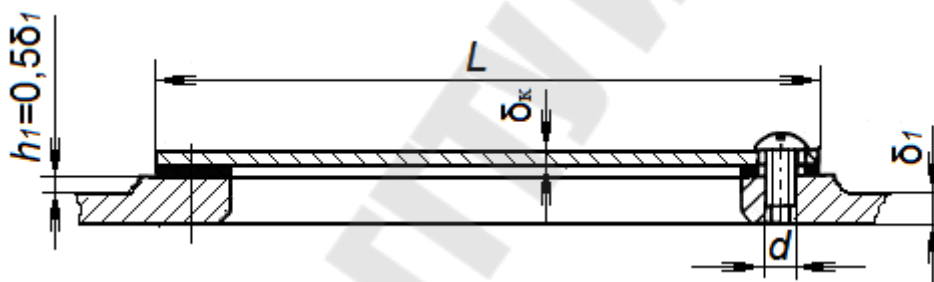


Рис. 34. Смотровая крышка люка

Для того чтобы избежать попадания из вне пыли, под крышку ставят уплотняющую прокладку из картона марки А толщиной от 1 до 1,5 мм или из технической резины марки МБС толщиной от 2 до 3 мм.

Крышку крепят винтами диаметром $d \approx \delta_1$, располагая их по периметру люка на расстоянии $(12...15)d_k$ друг от друга.

При длительной работе привода в связи с нагревом смазочного материала повышается давление внутри корпуса редуктора. Это приводит к тому, что смазочный материал выдавливается через щели стыков и уплотнений, а при последующем охлаждении редуктора засасывается обратно, но уже загрязненный.

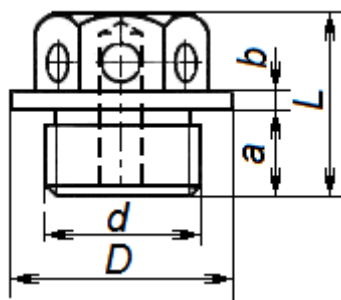


Рис. 35. Пробка - отдушина

Во избежание такого явления внутренний объем корпуса редуктора сообщается с внешней средой. Для этого либо выполняется отверстие в корпусе, либо устанавливается отдушина, которая представляет собой пробку со сквозным отверстием (рис. 35). Конструктивные размеры отдушин приведены в таблице 29.

Таблица 29. – Размеры отдушин

d	D	L	a	b
M12x1,75	20	40	12	5,5
M16x2	25	50	16	7,0

Пробку – отдушину часто устанавливают в крышке люка, используя ее в качестве ручки для ее удержания. При этом на крышку люка с внутренней стороны приваривают бобышку толщиной, достаточной для установки пробки - отдушины с помощью резьбового соединения или с помощью посадки с натягом.

В этом случае пробки – отдушины имеют следующую конструкцию (рис. 36).

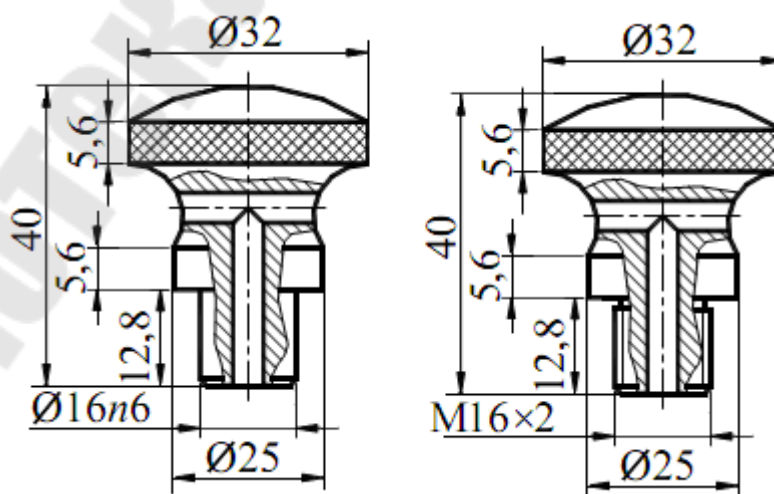


Рис. 36. Пробка - отдушина с рукояткой крышки люка

Для обеспечения герметичности между крышкой люка и пробкой - отдушиной устанавливают уплотняющее кольцо.

Одна из конструкций крышки люка с ручкой-отдушиной показана на рис. 37.

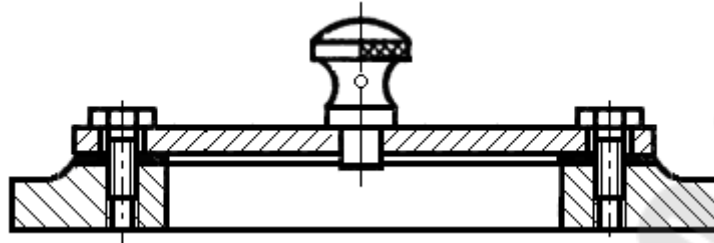


Рис. 37. Крышка люка с ручкой-отдушиной

8. Элементы транспортировки корпусных деталей

Для подъема и транспортировки корпусных деталей и редуктора в сборе применяют проушины, грузовые крюки и рым-болты.

Проушина выполняется в виде ребра, отлитого заодно с крышкой или корпусом редуктора и имеющего отверстие (рис. 38).

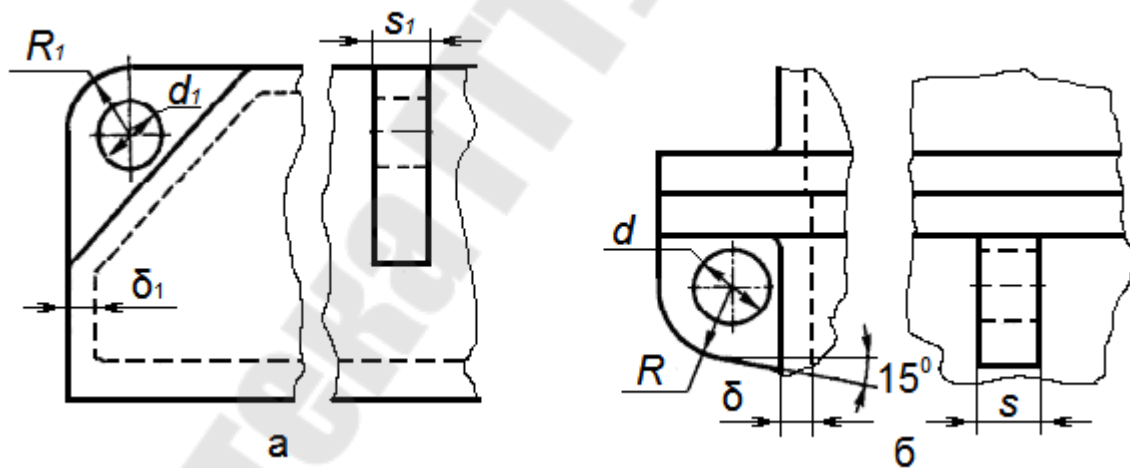


Рис. 38. Проушина
а – на крышке; б – на корпусе

Конструктивные размеры проушины зависят от толщины крышки δ_1 или корпуса редуктора δ_2 и определяются по зависимостям:

$$d_1 \approx 3\delta_1; R = d_1; s \approx (2...3)\delta_1; d \approx 3\delta; R = d; s \approx (2...3)\delta.$$

Конструкция грузового крюка показана на рис. 39. Его параметры рассчитывают аналогично параметрам проушины на корпусе редуктора, а именно:

$$r \approx 1,5\delta; s \approx (2...3)\delta.$$

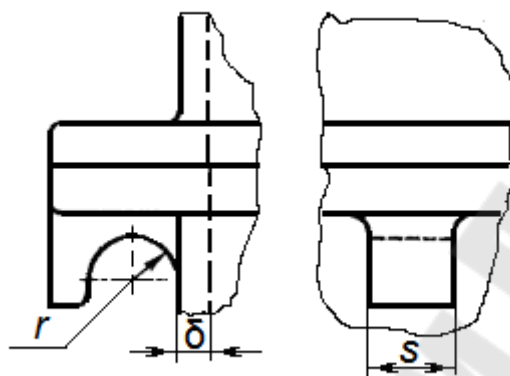


Рис. 39. Грузовой крюк

Рым-болты (рис. 40) выбирают по ГОСТу 4751-73 в зависимости от массы редукторы. Учитывая, что при проектировании редуктора масса его неизвестна, то применять рым-болты для транспортировки не рекомендуется.



Рис. 40. Рым-болты

9. Фиксирование крышки редуктора относительно его корпуса

При затяжке болтов, соединяющих крышку с корпусом редуктора, может произойти смещение крышки относительно корпуса, что приведет к деформации наружных колец подшипника, вследствие их малой жесткости.

Для обеспечения точной фиксации крышки относительно корпуса применяют штифты, которые располагают на возможно большем расстоянии друг от друга.

Кроме фиксации, штифты предохраняют от сдвигов крышки и корпуса при растачивании отверстий подшипникового узла.

Как правило, применяют два конических штифта (рис. 41,а), реже цилиндрические штифты (рис. 41,б), так как у них наблюдается ослабление посадки при последующих сборках.

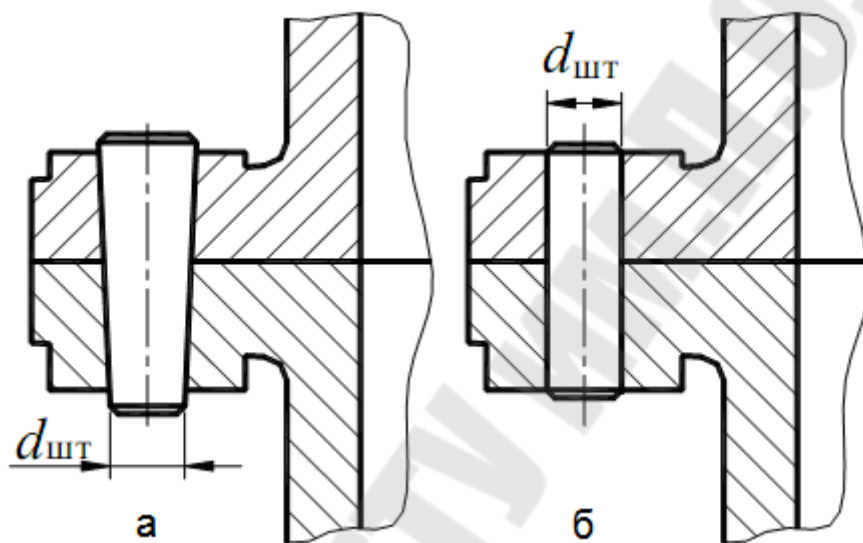


Рис. 41. Фиксирующие штифты
а – конический штифт; б – цилиндрический штифт

Цилиндрические штифты устанавливают с использованием посадки $\frac{H7}{p6}$.

Таблица 30. – Штифты конические (ГОСТ 3129 – 70), мм

$d_{шт}$	6	8	10	12
l	20...100	22...120	26...180	32...320

Диаметр штифтов определяют по зависимости:

$$d_{\text{шт}} = (0,7...0,8)d ,$$

где d – диаметр болта, соединяющий крышку с корпусом редуктора.

Рассчитанное значение штифта округляют в большую сторону по данным табл. 9 и табл. 30, в которых приведены диаметры цилиндрических и конических штифтов.

Литература

1. Андросов, А.А. Расчет и проектирование деталей машин: учеб. пособие – Ростов н./Д. : Изд-во Феникс, 2006. – 285 с.
2. Бельков, В.Н., Захарова, Н.В. Основы конструирования деталей и сборочных единиц машин: учеб. пособие – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2007. – 256 с.
3. Воробьев Ю.В. и др. Детали машин. Учебно-методическое пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. 2004. – 96 с.
4. Гузенков П.Г. Детали машин. 4-е изд.- М.: Высшая школа, 1986. - 360с.
5. Гордин П.В., Росляков Е.М. «Детали машин и основы конструирования»: Учебное пособие – СПб: СЗТУ, 2004. –109с.
6. Гордин П.В., Росляков Е.М., Эвелеков В.И. Детали машин и основы конструирования. Пособие по курсовому проектированию – СПб.: СЗТУ, 2005.–113 с.
7. ГОСТ 18854 - 82. Подшипники качения. Расчет статической грузоподъемности и эквивалентной статической нагрузки.
8. ГОСТ 18855 - 82. Подшипники качения. Расчет динамической грузоподъемности, эквивалентной динамической нагрузки и долговечности.
9. Детали машин: Атлас конструкций /Под . Д.Н. Решетова.- М.: Машиностроение, 1979. – 367с.
10. Детали машин/ Под ред. О.А. Ряховского М.: Изд-во МГТУ им. Э.Н. Баумана, 2002. – 544 с.
11. Дмитриева Л.А. Детали машин и основы проектирования. Краткий курс. – М.: Изд-во «Станкин», 2013. – 276 с.
12. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. – М.: Высш. шк., 1978. – 352 с.
13. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Детали машин. Курсовое проектирование.- М.: Высшая школа, 1984. – 336 с.
14. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. М.: Академия, 2009. – 496 с.
15. *Еремеев В.К., Монин А.Л., Суздальницкий В.И. Схемы установки подшипников качения, подвода смазки и установки уплотнений: Практическое руководство. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1996. – 95с.*
16. Ерохин, М.Н. Детали машин и основы конструирования – М.: Колос, 2005. – 464 с.
17. Жуков К.П., Гуревич Ю.Е. Проектирование деталей и узлов. – М.: изд-во «Станкин», 2004. – 671 с.

18. Иванов М.Н., Иванов В.Н. Детали машин: Курсовое проектирование – М.: Высш. шк., 1975. – 551 с.
19. Каргалис Н.И., Пронин В.А. Особенности проектирования корпусных деталей типовых конструкций редукторов: Учеб.-метод. пособие – СПб: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 46 с.
20. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин. 3-е изд. – Х.: Основа, 1991. – 276 с.
21. Колесников В.Н. Расчет валов. Методические указания. Курган. 1996. – 25 с.
22. Кудрявцев В.Н., Державец Ю.А., Арефьев И.И. и др. Курсовое проектирование деталей машин – Л. : Машиностроение, 1984. – 400 с.
23. Мурин А.В., Осипов В.А. Основы конструирования деталей и узлов машин: Курсовое проектирование. Учебное пособие / Под ред. А.В. Мурина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 322 с.
24. Основы конструирования: Методические указания по курсовому проектированию/ Под ред. В. Ф. Пантелеева. – Пенза: изд-во Пенз. гос. техн. ун-та.1994. – 75 с.
25. Снесарев Г.А. Методические основы конструирования редукторов. М.: Машиностроение, 1974. – 64 с.
26. Тюняев, А.В. Детали машин: учебник для вузов / А.В. Тюняев, В.П. Звездаков, В.А. Вагнер. СПб. : Лань, 2013. – 736 с.
27. Чернилевский, Д.В. Детали машин. Проектирование приводов технологического оборудования: учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 2003. – 560 с.
28. Чернавский С.А., Боков К.Н., Чернин И.М. и др. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие.: Машиностроение, 1988. – 416 с.
29. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Высшая школа, 1991. – 360 с.

Оглавление

Введение	3
1. Конструирование валов	4
2. Конструирование подшипниковых узлов	19
3. Крышки подшипниковых узлов	24
4. Уплотнения	27
5. Контроль уровня смазочного материала	30
6. Сливные пробки	35
7. Крышки люков, отдушины	38
8. Элементы транспортировки корпусных деталей	40
9. Фиксирование крышки редуктора относительно его корпуса	41
Литература	44

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ РЕДУКТОРА

**Учебно-методическое пособие
по курсовому проектированию
для студентов специальности 1-36 01 01
«Технология машиностроения»
дневной и заочной форм обучения**

Составитель Бельский Алексей Тимофеевич

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 15.03.18.

Рег. № 44Е.
<http://www.gstu.by>