

Рисунок 1

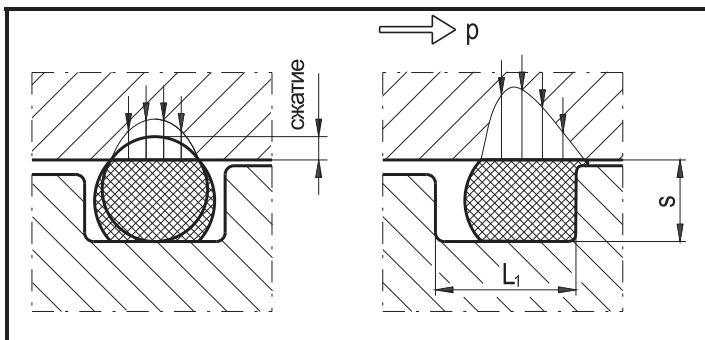


Рисунок 2

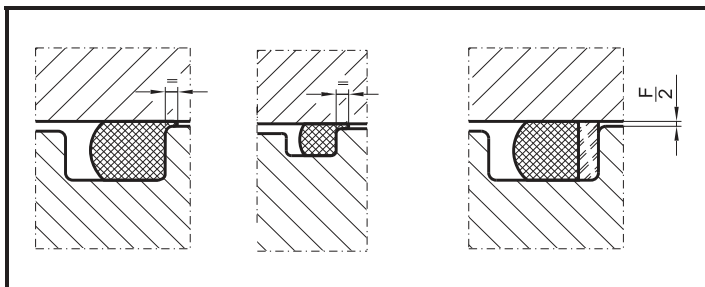


Рисунок 3

РЕКОМЕНДУЕМОЕ СЖАТИЕ ПРОФИЛЯ d_s (%)

ТОЛЩИНА О-РИНГА [мм]	СТАТИЧЕСКИ		ДИНАМИЧЕСКИ			
			ГИДРАВЛИКА		ПНЕВМАТИКА	
	min	max	min	max	min	max
1,8	12,5	29	10	26	6,5	22
2,65	12,5	27	9	24	5,5	20
3,55	12	26	8	22	5	16
5,3	11	23	7	18	4	14
7	10	21	6,5	16	4	11,5
10	10	19	6	14	3,5	9,5

Таблица 1

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

О-ринги - это точные уплотняющие элементы круглого сечения, имеющие форму замкнутого кольца. Размеры указаны как «внутренний диаметр x толщина кольца» (рисунок 1).

$$d_i \times d_s$$

О-ринги используются в гидравлике и пневматике, прежде всего как статические, но также и как динамические уплотнительные элементы. Они имеют сравнительно низкую цену, позволяют упростить и уменьшить габариты конструкции. Сбои по причине неправильного монтажа невозможны. Нет необходимости подтягивания. Затягивание как при других уплотнениях исключается. В зависимости от условий эксплуатации и среды представлены различные материалы. Наиболее распространенным материалом является NBR (нитрилбутадиенкаучук) твердостью 70 или 90 по Шору А. Примечание: Если не указано иначе, все данные в каталоге относятся к материалу NBR70.

ПРИНЦИП РАБОТЫ

О-ринги являются самостоятельными уплотнительными элементами. Уплотнительный эффект достигается благодаря деформации круглого профиля О-ринга. Размер этой деформации определяется глубиной канавки „S“. Сила сжатия, вызванной этой деформацией, которые также могут быть обозначены, как “сжатие” или “преднатяг”, при гидравлическом ударе суммируются к давлению в системе. Суммарное уплотняющее давление растет вместе с повышением рабочего давления (рисунок 2).

УПЛОТНИТЕЛЬНЫЙ ЗАЗОР

На эскизе (рисунок 3) уплотнительный зазор обозначен как F/2 - расстояние между двумя поверхностями. Давлением О-ринг прижимается к противоположной стенке канавки. Для того, чтобы предотвратить размещение О-ринга в уплотнительном зазоре, этот зазор должен быть как можно меньшим. Особенно при высоком и переменном давлении, это “вдавливание” в щель может быстро привести к разрушению О-ринга. При одинаковых размерах ширины зазора и прочих равных условиях, О-ринг с меньшей толщиной больше вдавливается в щель, чем О-ринг большей толщины (рисунок 3). Для предотвращения этого необходимо выбрать как можно большую толщину d_s . Вдавливание в уплотнительный зазор возможно также ограничить выбрав О-ринг из более твердого материала, а еще лучше применив О-ринг средней твердости (напр. 70 по Шору А) в комбинации с опорным кольцом.

СЖАТИЕ О-РИНГА

При соблюдении DIN 3771 и на основании многолетнего опыта в таблицах 5, 11, 13 и 14 приведены рекомендуемые размеры канавок при разных условиях.

В особых случаях от этих основных рекомендованных размеров возможны отклонения в пределах интервалов, приведенных в таблице 1.

Если эти размеры соблюдены, уплотнение гарантируется достаточно большой контактной поверхностью. При динамических нагрузках, принимая во внимание трение, эти размеры, должны быть меньшими. Необходимо следить, чтобы О-ринг имел одинаковую остаточную деформацию (остаточная деформация давлением). Это зависит от размера, продолжительности деформации, рабочего давления и твердости О-ринга. Чем тверже материал, тем больше остаточная деформация давлением. В случае необходимости отклонений от выше приведенных рекомендаций, пожалуйста, свяжитесь с нашим менеджером.

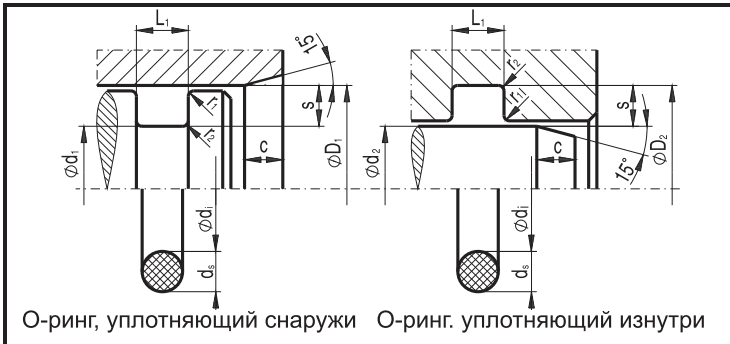


Рисунок 6

Выберите наиболее предпочтительную толщину d_s для Вашей конструкции. Размеры канавок L_1 и S найдете для СТАТИЧЕСКИХ уплотнений в таблице 5 ДИНАМИЧЕСКИХ уплотнений в таблице 14

• Базовый диаметр канавки указан для кольца

УПЛОТНЯЮЩЕГО СНАРУЖИ

$$d_1 = D_1 - 2 \times S$$

• Внутренний диаметр О-ринга d_i выбираем по ассортименту размеров, исходя из следующих условий:

Внутренний диаметр о-ринга должен быть одинаковый или меньший по сравнению с диаметром канавки d_1

$$d_i \leq d_1$$

$$< \text{max. } 6\%$$

Рекомендуется умеренное натяжение о-ринга на внутренний диаметр канавки

УПЛОТНЯЮЩЕГО ИЗНУТРИ

$$D_2 = d_2 + 2 \times S$$

Внутренний диаметр о-ринга должен быть одинаковый или больший по сравнению с диаметром канавки d_2

$$d_i \geq d_2$$

$$> \text{max. } 3\%$$

О-ринг имеет таким образом надлежащий преднатяг на внешнем диаметре

Таблица 2

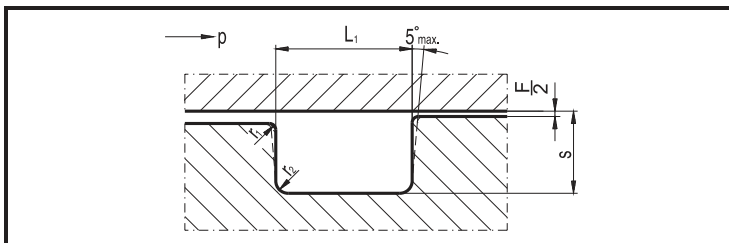


Рисунок 7

МИНИМАЛЬНАЯ ФАСКА [мм]

ТОЛЩИНА d_s	1	1,5	1,8 (1,78)	2	2,5	2,62 (2,65)	3	3,53 (3,55)	4
МИН.ФАСКА c	1	1,3	1,5	1,5	1,7	1,9	2,1	2,4	2,7
ТОЛЩИНА d_s	4,5	5	5,3 (5,33)	5,7	6,99 (7,00)	8	8,4	9	10
МИН.ФАСКА c	3	3,2	3,5	3,7	4,2	4,5	4,7	5	5,3

Таблица 3

РАДИУСЫ [мм]

ТОЛЩИНА d_s		1 - 2,5	2,5 - 10
РАДИУС r_1		0,1	0,25
РАДИУС r_2		0,2	0,6

Таблица 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРАВИЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ О-РИНГОВ
толщина „ d_s “

Всегда выбирайте размер О-ринга с максимально возможной толщиной d_s . Преимущества в сравнении с меньшей толщиной значительно:

- Лучшее уплотнение благодаря большей поверхности контакта.
- Ограниченная деформация, а значит и меньше остаточная деформация.
- Меньший износ, а значит уплотнение более долговечно.
- Лучшая коррекция производственных погрешностей металлических узлов.

Ориентировочные рекомендации для выбора толщины „ d_s “

диапазон „ d_i “ [мм]	Рекомендуемый „ d_s “ [мм]
до 25	1,0 – 3,0
20 – 50	1,78 – 4,5
40 – 80	2,5 – 6,0
70 – 160	3,5 – 7,0
свыше 160	больше чем 5

Внутренний диаметр О-ринга „ d_i “

Размеры канавки и внутренний диаметр О-ринга „ d_i “ придерживайтесь рекомендаций таблицы 2

КАНАВКА – ПОДРОБНАЯ КОНСТРУКЦИЯ

Посадочное место для посадки о-ринга должно иметь проточки прямоугольной формы. Все же допустимы наклоны стенок до 5° (рис.7). Важно, чтобы давление напорной жидкости могло беспрепятственно воздействовать на весь профиль „S“. Поэтому ширина канавки „ L_1 “ и уплотнительный зазор со стороны давления должны иметь соответствующие размеры.

Объем канавки по причине большего температурного расширения материала О-ринга, чем металла или возможного разбухания, должен быть примерно на 25% больше, чем объем О-ринга. **Для того, чтобы при сборке металлических частей не случилось защемлений О-рингов, размеры фасок „C“ не должны быть меньшими, чем приведено в таблице 3.**

ПОДБОР МАТЕРИАЛА И ТВЕРДОСТИ

В случае применения О-ринга без опорного кольца, твердость материала выбирается исходя из рабочего давления:

Твердость (по Шору А)	Максимальное давление [бар]
70	< 100
80	< 200
90	< 500

Твердость О-рингов, прежде всего, подбирается по размеру рабочего давления и уплотняющего зазора. При высоком давлении и большом уплотняющем зазоре выбираются более твердые материалы, чтобы предотвратить вдавливание в щель. Если конструкция позволяет, более подходящим техническим решением является материал средней твердости вместе с опорным кольцом, т.к. его остаточная деформация при 70 Shore будет меньше, чем напр. при 90 Shore.

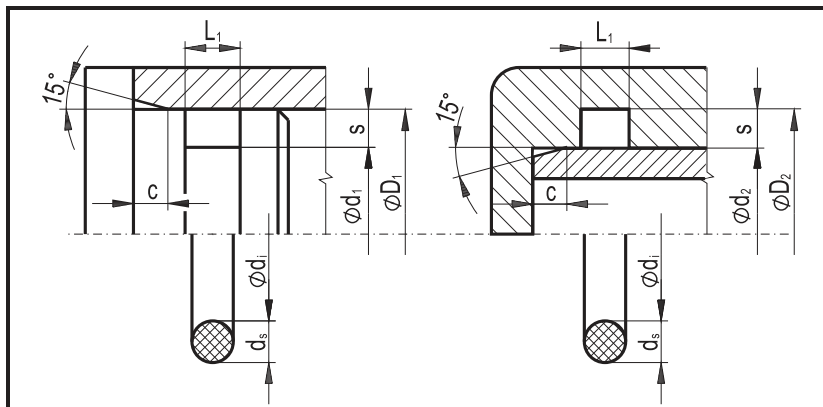


Рисунок 7

РАЗМЕРЫ КАНАВОК - СТАТИЧЕСКОЕ УПЛОТНЕНИЕ [мм]

ТОЛЩИНА d_s	1,0	1,5	1,6	1,8 1,78	1,9	2,0	2,4	2,5	2,65 2,62
ГЛУБИНА КАНАВКИ S	0,8	1,15	1,2	1,35	1,45	1,5	1,8	1,9	2,0
ШИРИНА КАНАВКИ L_1	1,3	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	3,1	3,2	3,4
ТОЛЩИНА d_s	3,0	3,5	3,55 3,53	4,0	4,5	5,0	5,3 5,33	5,7	6,0
ГЛУБИНА КАНАВКИ S	2,3	2,7	2,75	3,15	3,6	4,0	4,3	4,65	4,95
ШИРИНА КАНАВКИ L_1	3,9	4,5	4,5	5,2	5,8	6,5	6,9	7,4	7,8
ТОЛЩИНА d_s	7,0 6,99	8,0	8,4	9,0	10	12	15		
ГЛУБИНА КАНАВКИ S	5,85	6,75	7,15	7,7	8,65	10,6	13,5		
ШИРИНА КАНАВКИ L_1	9,1	10,4	10,9	11,7	13,0	15,6	19,5		

Таблица 5

При использовании опорных колец ширина канавки всегда увеличится на толщину опорного кольца.

ДОПУСКИ И ПОГРЕШНОСТИ [мм]

$\varnothing D_1, \varnothing d_2$	H 8/f 7			
$\varnothing d_1$	h 11			
$\varnothing D_2$	H 11			
ДИАМЕТР СЕЧЕНИЯ d_s	до $\varnothing 4$	до $\varnothing 6$	до $\varnothing 8$	до $\varnothing 10$
ШИРИНА КАНАВКИ L_1	+ 0,2/0	+ 0,3/0	+ 0,4/0	+ 0,5/0

Фаски и радиусы - таблица 3 и 4

Таблица 6

РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ШЕРОХОВАТОСТИ [μm]

	$R_1 \text{ max.}$	$R_a \text{ max.}$
базовый диаметр канавки $\varnothing d_1$ или $\varnothing D_2$	16	1,6
боковая стенка канавки	25	3,2
уплотнительные плоскости $\varnothing D_1$ или $\varnothing d_2$	16	1,6

Таблица 7

МАКСИМАЛЬНЫЙ УПЛОТНЯЮЩИЙ ЗАЗОР F [мм] – СТАТИЧЕСКИЕ УПЛОТНЕНИЯ

ТВЕРДОСТЬ [по Шору А]	ДАВЛЕНИЕ [бар]	МАКСИМАЛЬНЫЙ УПЛОТНЯЮЩИЙ ЗАЗОР F	
		без опорного кольца	с опорным кольцом
70	25	0,25	0,3
	50	0,2	
	100	0,15	
80	50	0,25	0,3
	100	0,2	
	200	0,1	
90	100	0,25	0,3
	200	0,15	
	300	0,1	

Таблица 8

Основные допуски и погрешности приведены отдельно для разных вариантов применения в таблицах 6, 9, 10, 12, 15 и 16, но при воздействии давления необходимо всегда проверить максимальный размер уплотнительного зазора F, зависящего от величины рабочего давления и твердости материала О-ринга - см. таблицы максимальных уплотняющих зазоров (8, 15).

В зависимости от требований к химической стойкости и температуре выбираются соответствующие материалы (напр. NBR, FPM, EPDM и т.д.) - см. табл 19 а 20.

СТАТИЧЕСКИЕ УПЛОТНЕНИЯ – РАДИАЛЬНЫЕ СЖАТИЯ

О-ринги используются, как статические уплотнения с радиальным сжатием напр. в клапанах, арматурах, гидравлических и пневматических цилиндрах. Причем используются как для уплотнения изнутри, так и снаружи. Когда уплотнительный зазор благодаря конструкции равен нулю, уплотнять можно до 500 бар и выше. После выбора толщины и внутреннего диаметра в соответствии с рекомендациями на предыдущей странице можно определить ориентировочные L_1 и S по таблице 5. Допустимые отклонения и параметры шероховатости поверхностей посадочного места указаны в таблицах 6 и 7. Максимально допустимые величины уплотняющих зазоров свыше приведенных допусков - H8/f7, указаны в зависимости от рабочего давления и твердости о-ринга в таблице 8. При высоком или переменном давлении, а также при большом уплотняющем зазоре рекомендуется использовать опорные кольца.

УПЛОТНЯЮЩИЙ ЗАЗОР F

Максимальный уплотняющий зазор F, указанный в таблицах 8 и 17 возникает между сопрягаемыми соосными деталями. При использовании опорного кольца значение зазора может быть увеличено.

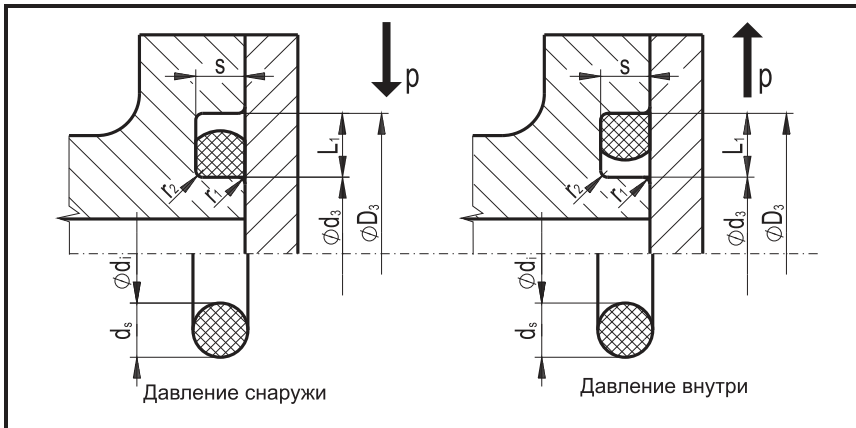


Рисунок 8

ДОПУСКИ И ПОГРЕШНОСТИ [мм]

ТОЛЩИНА d_s	до $\varnothing 4$	до $\varnothing 6$	до $\varnothing 8$	до $\varnothing 10$
ГЛУБИНА КАНАВКИ S	+ 0,05/0	+ 0,07/0	+ 0,09/0	+ 0,1/0
ШИРИНА КАНАВКИ L_1	+ 0,2/0	+ 0,3/0	+ 0,4/0	+ 0,5/0
ДИАМЕТР d_3	h 11			
ДИАМЕТР D_3	H 11			

Таблица 9

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ШЕРОХОВАТОСТИ [μm]

	R_t max.	R_s max.
ГЛУБИНА S	16	1,6
ДИАМЕТРЫ КАНАВКИ D_3 и d_3	25	3,2
УПЛОТНИТЕЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ	16	1,6

Таблица 10

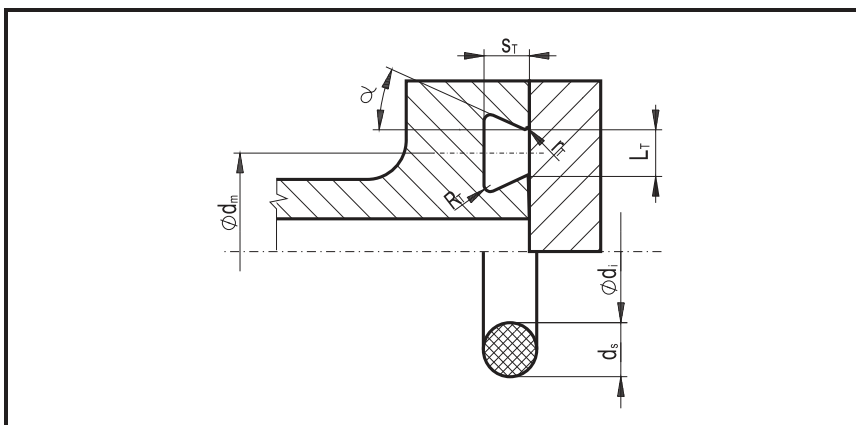


Рисунок 9

РАЗМЕРЫ КАНАВОК - ТРАПЕЦЕИДАЛЬНАЯ КАНАВКА [мм]

ТОЛЩИНА d_s	3,5	5	5,33	5,7	6,99	8	8,4	9	10
ГЛУБИНА КАНАВКИ S_T	2,8	4,15	4,4	4,8	5,95	6,85	7,25	7,8	8,7
ШИРИНА КАНАВКИ L_T	3,05	4,1	4,35	4,75	5,65	6,5	6,8	7,25	7,95
РАДИУС r_t	0,25	0,25	0,25	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
РАДИУС R_t	0,8				1,5				
УГОЛ α	24°								
ДОПУСКИ [мм]									
ШИРИНА КАНАВКИ L_T	+ 0,05								
ГЛУБИНА КАНАВКИ S_T	0/- 0,05								

Таблица 11

Шероховатость поверхностей см. раздел Статическое уплотнение - осевое сжатие (таблица 10)

СТАТИЧЕСКОЕ УПЛОТНЕНИЕ – ОСЕВОЕ СЖАТИЕ

О-ринги используются, как статические уплотнения с осевой деформацией, напр, как уплотнения фланцев или крышек. При высоких давлениях необходимо следить за тем, чтобы были достаточно крепко затянуты резьбовые соединения и плотно посажены металлические детали. При оптимальной конструкции, таким образом, соединение может выдерживать давление до 1000 бар.

Ориентировочные размеры L_1 и S приведены в таблице 5.

При подборе размера О-ринга обращайтесь дополнительно внимание на рекомендации в таблице 2, чтобы О-ринг при колебаниях давления в канавке не смещался и значит не изнашивался. При давлении снаружи необходимо выбрать внутренний диаметр О-ринга „ d_i “ на 1-2% меньше, чем внутренний диаметр канавки „ d_3 “ (Рисунок 8).

$$d_i \leq d_3$$

При давлении изнутри необходимо выбрать внешний диаметр О-ринга на 1-2% больше диаметра канавки „ D_3 “!

$$d_i + 2d_s \geq D_3$$

ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫЕ КАНАВКИ ДЛЯ О-РИНГОВ

Канавки трапецеидальной формы для О-рингов выбираются в том случае, когда необходимо чаще по технологическим причинам открывать уплотняемое место (напр. у ползунов). Для этого о-ринг должен быть плотно зафиксирован. Размер О-ринга необходимо выбирать так, чтобы внутренний диаметр О-ринга соответствовал зависимости:

$$d_i = d_m - d_s$$

ТОЛЩИНА О-РИНГА d_s [мм]	РАЗМЕР ФАСКИ [мм]		РАДИУС R [мм]	
	Ширина L	Допуск		
1	1,4	+ 0,1	0,2	
1,2	1,6		0,2	
1,5	2		0,2	
1,6	2,1		0,2	
1,8 (1,78)	2,4		0,3	
2	2,7		0,3	
2,4	3,2		0,4	
2,5	3,4		0,4	
2,62 (2,65)	3,5		0,4	
3	4,1		+ 0,15	0,6
3,2	4,3	0,6		
3,5 (3,53)	4,7	0,9		
4	5,4	0,9		
4,5	6,1	1,2		
5	6,8	1,2		
5,3 (5,33)	7,2	1,2		
5,7	7,7	1,5		
6	8,1	1,5		
6,5	8,7	1,5		
7,0 (6,99)	9,5	+ 0,2	2	
8	10,8		2	
8,4	11,4		2	
9	12,2		2	
10	13,5		2,5	
12	16,2		2,5	
14	19		2,5	
16	21,6		+ 0,25	3

Таблица 12

КАНАВКИ ТРЕУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ

Выбор таких канавок, как правило, не рекомендуется. Для случая применения О-ринга в канавке такой формы, в таблице 11 приведены размеры толщины О-ринга „ d_s “ по отношению к размеру фаски L. На практике треугольные канавки иногда используются при уплотнении фланцев или крышек. По причине того, что треугольные канавки ограничивают пространство для изменения объема О-ринга, мы рекомендуем канавки прямоугольной формы.

В случае применения о-ринга в канавку такой формы, воспользуйтесь данными таблицы 12.

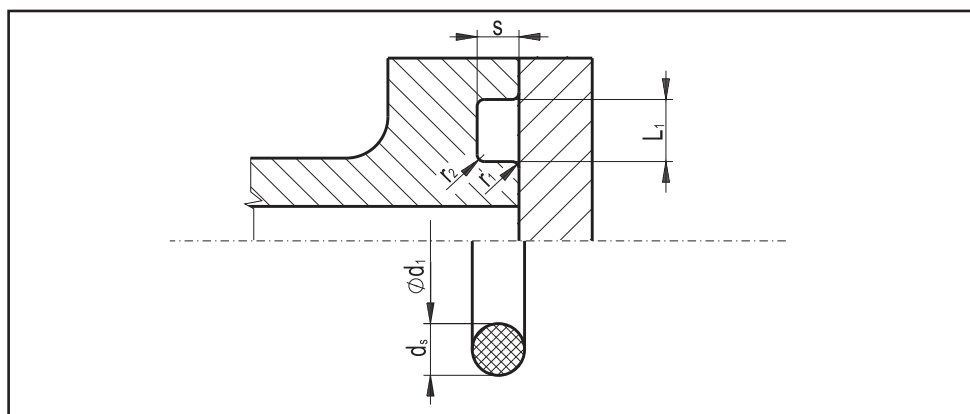
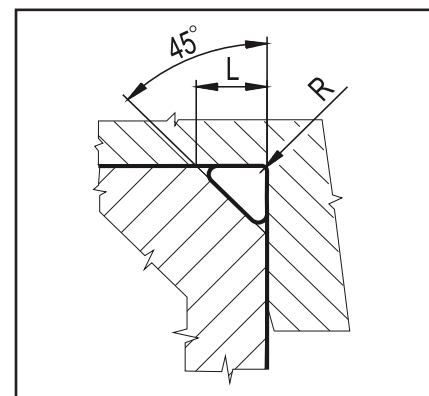


Рисунок 10

РАЗМЕРЫ КАНАВОК ПРИ УПЛОТНЕНИИ ВАКУУМА [мм]

ТОЛЩИНА d_s	1,8 (1,78)	2,62 (2,65)	3,53 (3,55)	5,3 (5,33)	7,0 (6,99)
ГЛУБИНА КАНАВКИ S	1,27 – 1,32	1,88 – 1,93	2,57 – 2,62	3,86 – 3,93	5,11 – 5,17
ШИРИНА КАНАВКИ L_1	2,11 – 2,20	3,0 – 3,12	3,99 – 4,11	5,99 – 6,12	7,75 – 7,87
РАДИУС r_1, r_2	для $d_s \leq 3,0$			для $d_s \geq 3,0$	

Таблица 13

КАНАВКИ ПРИ УПЛОТНЕНИИ ВАКУУМА

Следите за тем, чтобы канавка была максимально заполнена О-рингом, чтобы при усадке эластомера в вакууме не возникало негерметичности. Кроме того необходимо ограничить перемещения О-рингов в канавке. Для уплотняющих поверхностей необходима точная обработка.

В таблице 13 приведены размеры канавок для размеров толщины по ISO 3601 или стандарту США AS 568 A.

При уплотнении вакуума важную роль играет газопроницаемость материала О-ринга. Это свойство материала сильно зависит от состава О-ринга, а также от температуры. Прежде всего, для уплотнения вакуума используются такие материалы, как NBR, FPM а также возможен при определенных условиях FFPM.

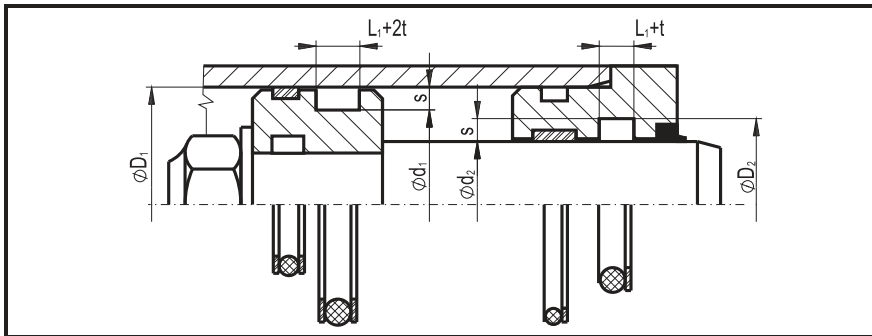


Рисунок 11

ДИНАМИЧЕСКОЕ УПЛОТНЕНИЕ

В динамике применение о-рингов имеет определенные условия, так как скольжение и увеличение давления вызывает угрозу пересыхания масляной пленки. Это вызывает преждевременный износ. Правильная работа и долговечность зависит прежде всего от наличия смазывающей пленки, давления, температуры, размера уплотняющего зазора, скорости скольжения, сорта жидкости, а также от качества обработки сопрягаемых поверхностей. Предельные значения 100 бар или 0,3 м/с не должны превышать соотношение:

$$p \times v \leq 2$$

При увеличенном уплотняющем зазоре необходимо всегда применять опорные кольца в зависимости от направления воздействия давления с одной или обеих сторон О-ринга.

Для динамического уплотнения в большинстве случаев в распоряжении есть более подходящие уплотняющие элементы. Смотрите раздел Гидравлические уплотнения в нашем каталоге.

РАЗМЕРЫ КАНАВОК - ДИНАМИЧЕСКИЕ УПЛОТНЕНИЯ [мм]

ТОЛЩИНА d_s	1,0	1,5	1,6	1,8 1,78	1,9	2,0	2,4	2,5	2,65 2,62
ШИРИНА КАНАВКИ L_1	1,3	1,9	2,0	2,3	2,4	2,4	2,9	3,0	3,1
ГЛУБИНА КАНАВКИ - гидр. S	0,9	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	2,1	2,2	2,3
ГЛУБИНА КАНАВКИ - пневм. S	0,95	1,35	1,45	1,55	1,7	1,8	2,15	2,25	2,35
ТОЛЩИНА d_s	3,0	3,5	3,55 3,53	4,0	4,5	5,0	5,3 5,33	5,7	6,0
ШИРИНА КАНАВКИ L_1	3,6	4,2	4,2	4,8	5,4	6,0	6,4	6,9	7,2
ГЛУБИНА КАНАВКИ - гидр. S	2,6	3,1	3,1	3,5	4,0	4,45	4,7	5,1	5,4
ГЛУБИНА КАНАВКИ - пневм. S	2,75	3,25	3,25	3,7	4,2	4,65	4,95	5,35	5,65
ТОЛЩИНА d_s	7,0 6,99	8,0	8,4	9,0	10				
ШИРИНА КАНАВКИ L_1	8,4	9,6	10,1	10,8	12				
ГЛУБИНА КАНАВКИ - гидр. S	6,3	7,2	7,6	8,2	9,1				
ГЛУБИНА КАНАВКИ - пневм. S	6,6	7,5	7,9	8,5	9,5				

При использовании опорных колец ширина канавки всегда увеличивается на толщину опорного кольца. Таблица 14

ДОПУСКИ И ПОГРЕШНОСТИ [мм]

$\varnothing D_1, \varnothing d_2$	H 8/f 7			
$\varnothing d_1$	h 9			
$\varnothing D_2$	H 9			
ТОЛЩИНА d_s	до $\varnothing 4$	до $\varnothing 6$	до $\varnothing 8$	до $\varnothing 10$
ШИРИНА КАНАВКИ L_1	+ 0,2/0	+ 0,3/0	+ 0,4/0	+ 0,5/0

Фаски и радиусы - таблица 3 и 4

Таблица 15

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ШЕРОХОВАТОСТИ [μm]

	$R_t \text{ max.}$	$R_a \text{ max.}$
БАЗОВЫЙ ДИАМЕТР КАНАВКИ $\varnothing d_1$ или $\varnothing D_2$	6,3	0,8
БОКОВАЯ СТЕНКА КАНАВКИ	16	1,6
УПЛОТНЯЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТИ $\varnothing D_1$ или $\varnothing d_2$	2 до 4	0,4

Таблица 16

МАКСИМАЛЬНЫЙ УПЛОТНЯЮЩИЙ ЗАЗОР F [мм] - ДИНАМИЧЕСКОЕ УПЛОТНЕНИЕ

ТВЕРДОСТЬ [по Шору А]	ДАВЛЕНИЕ [бар]	МАКСИМАЛЬНЫЙ УПЛОТНЯЮЩИЙ ЗАЗОР F	
		без опорного кольца	с опорным кольцом
70	25	0,25	0,3
	50	0,2	
	100	0,1	
80	50	0,25	0,3
	100	0,2	
	200	0,1	
90	100	0,2	0,3
	200	0,15	
	300	0,1	

Таблица 17

РАЗМЕРЫ КАНАВОК ГИДРАВЛИКА

При динамическом уплотнении в гидравлике на долговечность особенно влияет вид смазки. Смазывающие свойства минеральных масел гораздо лучше, чем смазывающие свойства воды с маслом. Другой значительный фактор, влияющий на продолжительность срока жизни это количество циклов и длина хода. Поэтому О-ринги более пригодны для стержней клапанов, чем для цилиндров с долгим ходом и большой скоростью. Размеры канавок смотрите, пожалуйста, в табл. 14

ПНЕВМАТИКА

В пневматике для уплотнения О-рингами действуют те же правила, как и в гидравлике. Хотя, ввиду значительно меньшего давления возникает проблема недостаточной смазки. Размеры посадочных мест указаны в таблице 14. Для снижения трения о-ринг может быть установлен как «плавающим». Поэтому глубина канавки S и ширина L1 должна быть больше чем толщина о-ринга d_s .

ВРАЩЕНИЕ

В качестве ротационного уплотнения О-ринги не подходят по причине недостаточного подвода смазки к уплотняющим поверхностям. Как следствие это вызывает повышенное трение, локальный перегрев и быстрый износ. Если в исключительных случаях нельзя применить другой уплотнительный элемент, рекомендуется смонтировать О-ринг на неподвижную часть с целью избегания воздействия центробежных сил. При таком типе движения рекомендуем использовать специально для этого разработанные уплотнения, см. раздел Ротационные уплотнения.

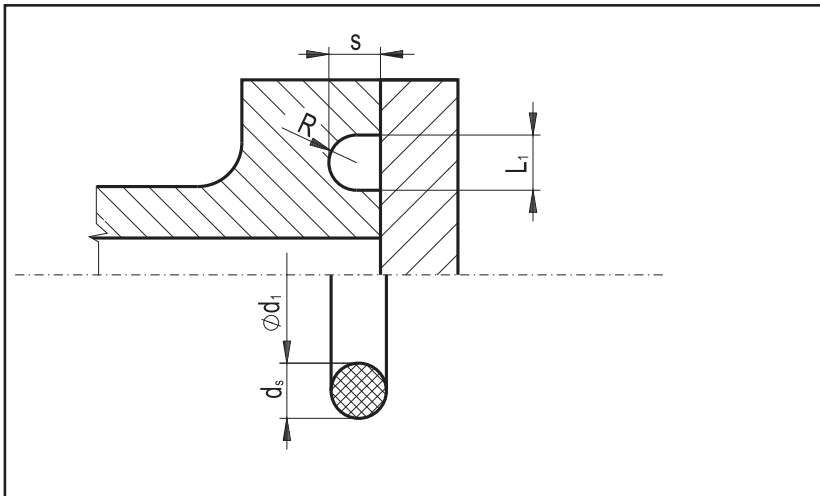


Рисунок 12

РАЗМЕРЫ КАНАВОК ДЛЯ О-РИНГА ИЗ PTFE

ШИРИНА КАНАВКИ L_1	$d_s + 10\%$
ГЛУБИНА КАНАВКИ S для $d_s \leq 5$	$d_s - 10\%$ до 20%
ГЛУБИНА КАНАВКИ S для $d_s \geq 5$	$d_s - 10\%$ до 15%
РАДИУС R	$(d_s + 10\%) : 2$

Таблица 18

Состав FEP кольца

Эти специальные уплотнительные кольца изготавливаются из внутреннего кольца эластомера и бесшовной оболочкой FEP. Внутреннее кольцо обеспечивает эластичность так же, как обычные кольца из эластомера, оболочка гарантирует высокую химическую стойкость.

Размер канавок и монтаж FEP кольца

так как FEP оболочка относительно тонкая, поэтому в некоторой степени взаимозаменяемы с обычными уплотнительными кольцами. Следовательно, все рекомендации и принципы проектирования посадочных мест аналогичны с эластомерными уплотнительными кольцами. При проектировании канавки, однако, нужно помнить, что FEP кольца из-за малой эластичности оболочки и большой остаточной деформации, особенно в тех случаях, когда о-ринг уплотняют наружный диаметр, мы рекомендуем монтаж в открытые канавки.

Применение:

уплотнительные кольца с оболочкой FEP используются в основном для статического применения или при медленном линейном или вращательном движении. Со своей химической устойчивостью и безопасностью в основном используются в химической, пищевой промышленности или в фармацевтических и подобных отраслях.

Преимущества:

- хорошая химическая стойкость
- широкий диапазон рабочих температур от $-60 (-20)^\circ\text{C}$ до 200°C (В зависимости от материала внутреннего кольца)
- физиологическая безопасность
- низкий коэффициент трения без «stisk-slip» эффекта
- более эластичны в сравнении с PTFE кольцами

О-РИНГИ ИЗ PTFE

О-ринги из PTFE выдерживают температуру от -200°C до $+260^\circ\text{C}$. Кроме того, они обладают достаточной химической стойкостью. Т.к. О-ринги из PTFE менее эластичны, а также требуют большего усилия преднатяжения, они должны использоваться только как статические уплотнения в аксиальных открытых конструкциях канавок.

Обращая внимание на так называемую холодную текучесть, рекомендуются размеры канавок в соответствии с рисунком 12 и таблицей 16.

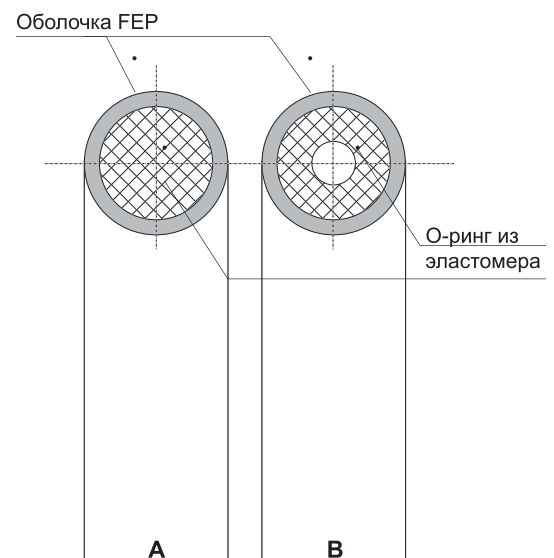
Тем самым достигается наилучший эффект уплотнения. Однако для О-ринги из PTFE возможно также использовать канавки, предназначенные для эластичных О-рингов, но в этом случае монтаж более трудоемкий и О-ринг может повредиться. В отдельных случаях, когда необходимы химические свойства PTFE и достаточные эластичные свойства, мы можем предложить О-ринги из витона или силикона с PTFE покрытием - FEP.

Преимущества уплотнительных колец из PTFE:

- очень хорошая химическая стойкость
- диапазон рабочей температуры от -200°C до $+260^\circ\text{C}$
- физиологическая безопасность
- возможность производства нестандартных размеров в небольших партиях

FEP О-РИНГИ

- A** - эластомер покрыт FEP оболочкой
- B** - полый эластомер покрыт FEP оболочкой



ТОЛЩИНА d_s [мм]	ТОЛЩИНА FEP ОБОЛОЧКИ [мм] *
1,8 (1,78)	0,2
2,62 (2,65)	0,3
3,53 (3,55)	0,38
5,3 (5,33)	0,5
6,99 (7,0)	0,5

* эти значения являются ориентировочными

Стандартные материалы

Тип материала	Торговое название *	Обозначение по ISO 1629 (ASTM D1418)	Твердость, ShA (±5)	Температурная стойкость (ориентировочные значения)	Применение, свойства
Нитрил-бутадиеновый каучук	Perbunan® Europrene® Breon®	NBR 70	70	-от -30 °C до 100 °C (краткосрочно до 125 °C или специальные смеси также от -40 °C)	Стандартный материал, применение для минеральных масел, напорных жидкостей HFA, HFB и HFC, воды, глицоля, керосина, бензина, алифатических углеводородов, растительных масел и жиров. Возможна аттестация DVGW, KTW, FDA, NSF, WRC,...
		NBR 80	80		
		NBR 90	90		
		Другая твердость (от 40 до 90 ShA) и другие специальные материалы поставляем на заказ			
Фтор-каучук	Viton® Fluorel®	FPM 80 (FKM)	80	от -20 °C до 250 °C (в горячей воде и паре значительно ниже)	Минеральные масла, некоторые напорные жидкости HFD, алифатические и ароматические углеводороды, хорошая стойкость к озону и химикалиям, незначительная газопроницаемость. Возможна аттестация DVGW, FDA.
		FPM 75 (FKM)	75		
		Другая твердость (от 60 до 90 ShA) и другие специальные материалы поставляем на заказ			
Этил-пропилен каучук	Dutral® Buna EP®	EPDM 70	70	от -45 °C до 110 °C в паре и выше (специальные материалы от -55 °C и до +155 °C)	Хорошая стойкость к пару и горячей воде, HFC и некоторым HFD напорным жидкостям, разбавленным кислотам и щелочам (моющим средствам), озону, старению и атмосферным влияниям. Возможна аттестация FDA, KTW, NSF, WRC.
		Другая твердость (от 60 до 90 ShA) и пероксидные материалы поставляем на заказ			

МАТЕРИАЛЫ И ТВЕРДОСТЬ О-рингов

Выбор материала и его твердости значительно зависит от следующих требований:

- химическая стойкость
- температурная стойкость
- давление
- величина уплотняющего зазора

В таблице 19 приведены общие случаи применения и свойства обычно используемых материалов, имеющихся в наличии.

Эти материалы в большинстве размеров имеются на складе.

В таблице 20 приведены менее используемые и специальные материалы и их типичные области применения.

Твердость материалов приведена по „ШОРУ А“, ориентировочный перевод по „IRHD“ указан ниже.

Специальные материалы

Таблица 19

Тип материала	Торговое название*	Обозначение по ISO 1629 (ASTM D1418)	Твердость, ShA (±5)	Температурная стойкость (ориентировочные значения)	Применение, свойства
Метил-винил силиконовый каучук	Silopren® Silastic® Silikon	VMQ 60	60	от -60 °C до 225 °C (в горячей воде и паре значительно ниже)	Хорошая химическая стойкость, неменяющаяся упругость в широком диапазоне температур, более ограниченная механическая жесткость, условная стойкость к маслам. Физиологически безвредный. Возможна аттестация DVGW, KTW, FDA, директива №409/2005 Сб. законов
		Другая твердость и другие специальные материалы поставляем на заказ			
Фторсиликоновый каучук	Silastic®	FVMQ 70	70	от -60 °C до 200 °C (у специальных смесей до 230 °C)	Комбинация химической стойкости материала FPM и стойкости к низким температурам материала VMQ. Материал с отличной химической стойкостью в широком температурном диапазоне. Возможна аттестация по запросу.
		Другая твердость и другие специальные материалы поставляем на заказ			
Гидрогенакрилонитрил-бутадиен-каучук	Therban®	HNBR 70	70	от -30 °C до 150 °C в паре и выше (специальные смеси от -40 °C и до +160 °C)	Применение как у материала NBR, однако для большей температурной нагрузки. Возможна аттестация по запросу.
		Другая твердость и другие специальные материалы поставляем на заказ			
Хлоропрен-каучук	Neopren® Baypren®	CR 70	70	от -40 °C до 100 °C (краткосрочно до +120 °C)	Хорошая стойкость к озону, старению и атмосферным влияниям, хорошая химическая стойкость. Стойкость к большинству фреонов. Возможна аттестация по запросу.
		Другая твердость и другие специальные материалы поставляем на заказ			
Перфтор-каучук	Kalrez®	FFPM 75 (FFKM)	75	от -25 °C до 300 °C (у специальных смесей до +325 °C)	Наибольшая химическая стойкость из всех типов эластомеров, кроме того в комбинации с высокой температурной стойкостью. Возможна аттестация по запросу
		Другая твердость и другие специальные материалы поставляем на заказ			
Политетрафторэтилен	Teflon®	PTFE	-	от -200 °C до +250 °C	Исключительная химическая и температурная стойкость, физиологически безвредный, низкое трение. Возможна аттестация по запросу
		Информация о твердости материала по запросу			
Полиуретан		AU/EU	93	от -35 °C до +100 °C	Отличный материал для динамических применений. Высокая стойкость к истиранию. Возможна аттестация по запросу
		Другая твердость и другие специальные материалы поставляем на заказ			

* Выбор из зарегистрированных торговых наименований

Таблица 20

Твердость по ШОРУ А 60 70 80 90
Твердость IRHD 63 73 83 92

Допустимая погрешность: ± 5
Испытания по DIN 53505 или 53519

ПРИМЕЧАНИЕ

другие специальные смеси и жесткости поставляем на заказ, а также в зависимости от размера партии.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОГРЕШНОСТИ О-РИНГОВ

ВНУТРЕННИЙ Ø d _i	ПОГРЕШНОСТЬ ±	ТОЛЩИНА d _s	ПОГРЕШНОСТЬ ±
0 - 3	0,14	0 - 1,8	0,08
3 - 6	0,15	1,8 - 2,6	0,09
6 - 10	0,17	2,6 - 3,5	0,10
10 - 18	0,20	3,5 - 5,3	0,13
18 - 30	0,30	5,3 - 7,0	0,15
30 - 50	0,40	7,0 - 8,0	0,17
50 - 80	0,65	8,0 - 10,0	0,20
80 - 100	0,85	10,0 - 20,0	0,25
100 - 120	1,0		
120 - 150	1,2		
150 - 180	1,4		
180 - 250	1,8		
250 - 300	2,1		
300 - 350	2,5		
350 - 400	2,8		
400 - 500	3,4		
500 - 650	4,3		
650 - 800	6,5		

Таблица 21

СТАНДАРТЫ О-РИНГОВ

СТАНДАРТ	РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РАЗМЕРЫ О-РИНГОВ (мм)	
	ВНУТРЕННИЙ Ø d _i	ТОЛЩИНА d _s
U.S. Стандарт (AS 568 A) (MS 29513)	1,78 - 133,07	1,78
	1,24 - 247,32	2,62
	4,34 - 456,06	3,53
	10,46 - 658,88	5,33
	113,67 - 658,88	6,99
ШВЕДСКИЙ СТАНДАРТ (SMS 1588)	3,1 - 37,1	1,6
	3,3 - 17,3	2,4
	19,2 - 144,3	3,0
	44,2 - 499,3	5,7
	144,1 - 249,1	8,4
ФРАНЦУЗСКИЙ СТАНДАРТ	2,4 - 8,9	1,9
	8,9 - 18,4	2,7
	18,3 - 37,3	3,6
	37,47 - 113,67	5,33
	113,67 - 393,07	6,99
DIN 3771	2 - 3,75	1,6
	4 - 10	2,0
	10,6 - 30	2,5
	18 - 50	3,15
	30 - 80	4,0
	50 - 118	5,0
	80 - 315	6,3
	118 - 500	8,0
	190 - 800	10,0
ISO 3601	1,8 - 17	1,8
	14 - 38,7	2,65
	18 - 200	3,55
	40 - 400	5,3
	109 - 670	7,0

Таблица 22

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОГРЕШНОСТИ О-РИНГОВ

Допустимые производственные погрешности О-рингов опираются на стандарты DIN 3771 или ISO 3601. Значения в таблице 21 соответствуют **стандартному качеству NBR70.**

У других материалов при использовании одинаковых способов производства могут проявиться определенные отклонения из-за различных усадок. Обычно эти отклонения так малы, что не имеют влияния на работу О-рингов.

СТАНДАРТЫ О-РИНГОВ

Имеем возможность поставлять О-ринги в соответствии с различными стандартами.

Эти стандарты рекомендуют толщину О-рингов „d_s“ в зависимости от внутреннего диаметра О-ринга „d_i“. См. таблицу 22

ПРИМЕР ЗАКАЗА:

О-ринг, обозначение материала, твердость, d_i x d_s

О-ринг NBR 70 20 x 2

ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ФОРМЫ В СООТВЕТСТВИИ С ISO

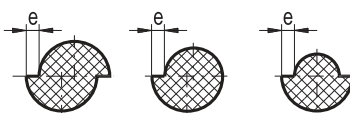
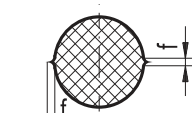
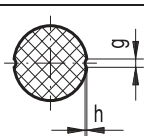
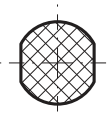
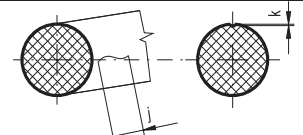
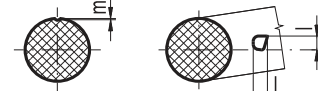
ВИД ОТКЛОНЕНИЯ	НАГЛЯДНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	МАКСИМАЛЬНАЯ ВЕЛИЧИНА				
			для d_s				
			1,8	2,65	3,55	5,3	7
СМЕЩЕНИЕ		e	0,08	0,1	0,13	0,15	0,15
ВЫПРЕСОВКА		f	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18
ВТЯНУТАЯ КРОМКА		g	0,18	0,27	0,36	0,53	0,7
		h	0,08	0,08	0,1	0,1	0,13
ОТКЛОНЕНИЕ ОТ КРУГЛОСТИ		-	Отклонения от круглого сечения допустимы, если неправильная форма плавно переходит в круговую часть и d_s находится в допустимых пределах,				
ВОЗВЫШЕНИЯ И УГЛУБЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ		j	0,05 x d_i				
		k	1,5	1,5	6,5	6,5	6,5
НЕДОПРЕССОВКА, ОЧАГОВЫЕ УГЛУБЛЕНИЯ		l	0,6	0,8	1	1,3	1,7
		m	0,08	0,08	0,1	0,1	0,13

Таблица 23

ПРИМЕЧАНИЕ: приведенные величины отклонений относятся к стандартному материалу NBR.