

Рисунок 1

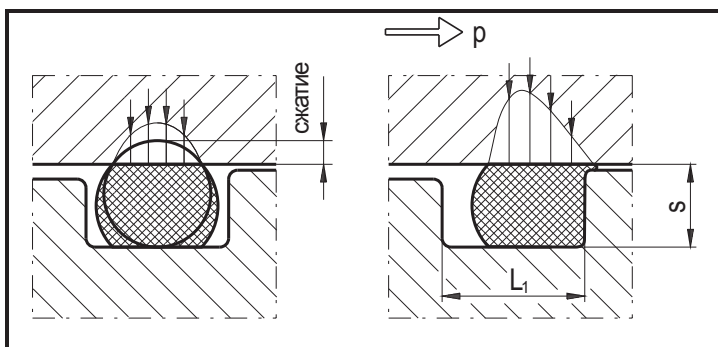


Рисунок 2

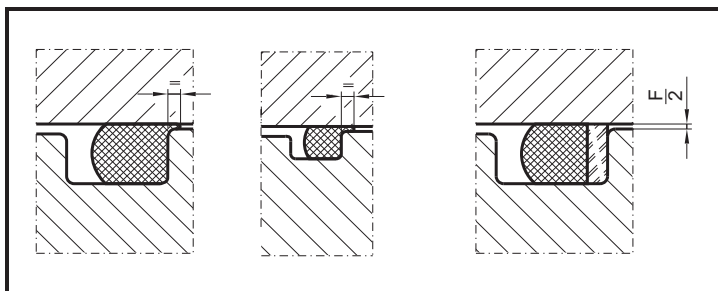


Рисунок 3

РЕКОМЕНДУЕМОЕ СЖАТИЕ ПРОФИЛЯ  $d_s$  (%)

ТОЛЩИНА О-РИНГА [мм]	СТАТИЧЕСКИ		ДИНАМИЧЕСКИ			
	min	max	ГИДРАВЛИКА		ПНЕВМАТИКА	
			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, вызванная 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, 10, 11 и 12 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.

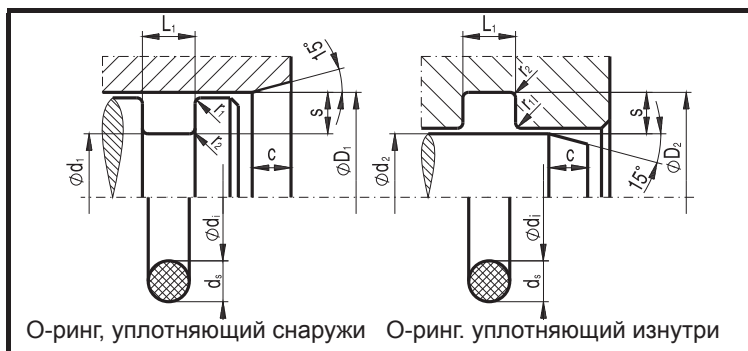


Рисунок 6

Выберите наиболее предпочтительную толщину  $d_s$  для Вашей конструкции. Размеры канавок L1 и S найдете для СТАТИЧЕСКИХ уплотнений в таблице 5 ДИНАМИЧЕСКИХ уплотнений в таблице 12

- Базовый диаметр канавки указан для кольца

УПЛОТНЯЮЩЕГО СНАРУЖИ	УПЛОТНЯЮЩЕГО ИЗНУТРИ
$d_1 = D_1 - 2 \times S$	$D_2 = d_2 + 2 \times S$

- Внутренний диаметр O-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 $d_1$ $d_i \leq d_1$ <max. о 6%	Внутренний диаметр о-ринга должен быть одинаковый или больший по сравнению с диаметром канавки $d_2$ $d_i \geq d_2$ >max. о 3%
--	--

Рекомендуется умеренное натяжение о-ринга на внутренний диаметр канавки

О-ринг имеет таким образом надлежащий преднатяг на внешнем диаметре

Таблица 2

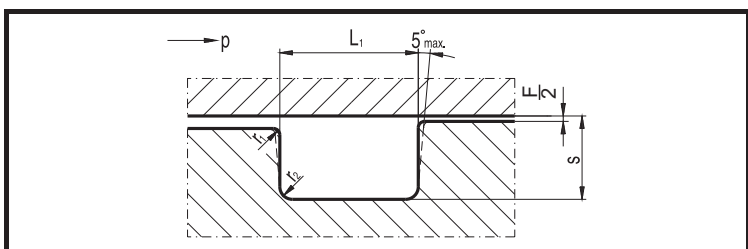


Рисунок 7

**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 O-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 O-ринга „ $d_i$ “**

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

**КАНАВКА – ПОДРОБНАЯ КОНСТРУКЦИЯ**

Посадочное место для посадки о-ринга должно иметь проточку 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 „L1“ и уплотнительный зазор со стороны давления должны иметь соответствующие размеры.

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

**ПОДБОР МАТЕРИАЛА И ТВЕРДОСТИ**

В случае применения O-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 O-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.

# КОНСТРУКЦИОННЫЕ СВЕДЕНИЯ

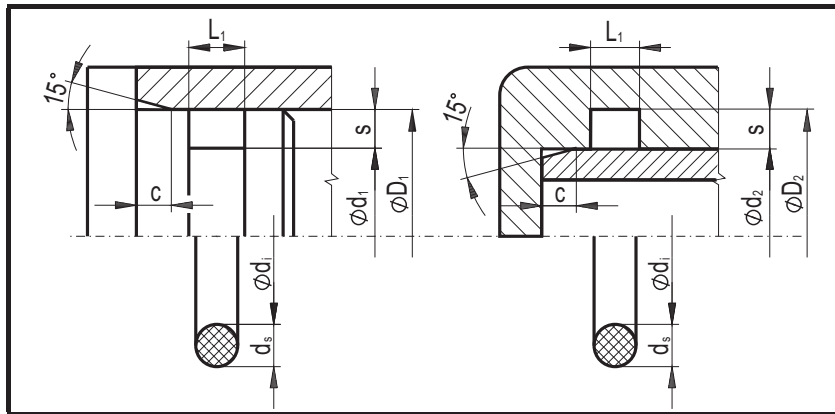


Рисунок 7

## 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 [ $\mu\text{m}$ ]

	$R_t \text{ max.}$	$R_a \text{ max.}$
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, 11, 13 и 16, но при воздействии давления необходимо всегда проверить максимальный размер уплотнительного зазора F, зависящего от величины рабочего давления и твердости материала O-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

O-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 o-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 сосными деталями.

При использовании опорного кольца значение зазора может быть увеличено.

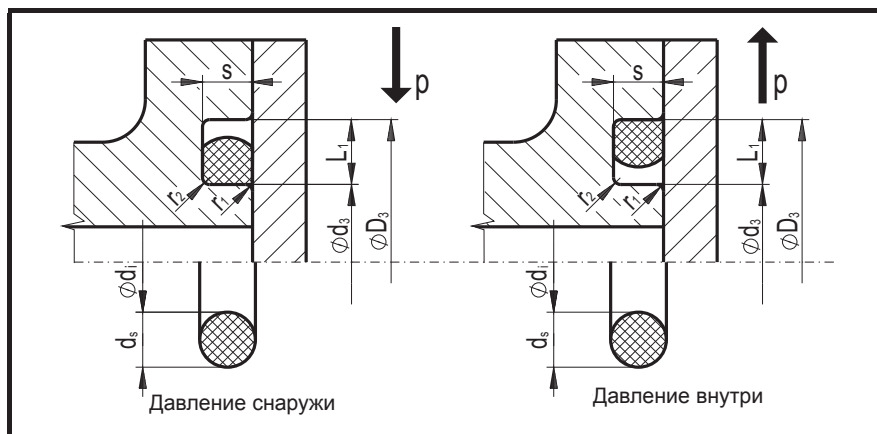


Рисунок 8

**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 [ $\mu\text{m}$ ]**

	$R_z$ max.	$R_a$ max.
ГЛУБИНА S	16	1,6
ДИАМЕТРЫ КАНАВКИ $D_3$ и $d_3$	25	3,2
УПЛОТНИТЕЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ	16	1,6

Таблица 10

$$d_1 \leq d_3$$

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

$$d_1 + 2d_s \geq D_3$$

**ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫЕ КАНАВКИ ДЛЯ О-РИНГОВ**

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

$$d_i = d_m - d_s$$

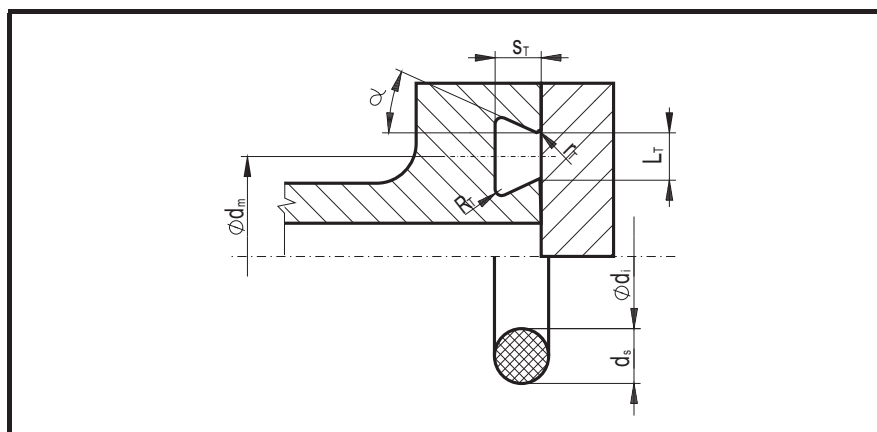


Рисунок 9

**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 $r_1$	0,25	0,25	0,25	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
РАДИУС $r_2$	0,8				1,5				
УГОЛ $\alpha$	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)

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
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	+ 0,2	1,5
6	8,1		1,5
6,5	8,7		1,5
7,0 (6,99)	9,5		2
8	10,8		2
8,4	11,4		2
9	12,2		2
10	13,5		+ 0,25
12	16,2	2,5	
14	19	2,5	
16	21,6	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.**

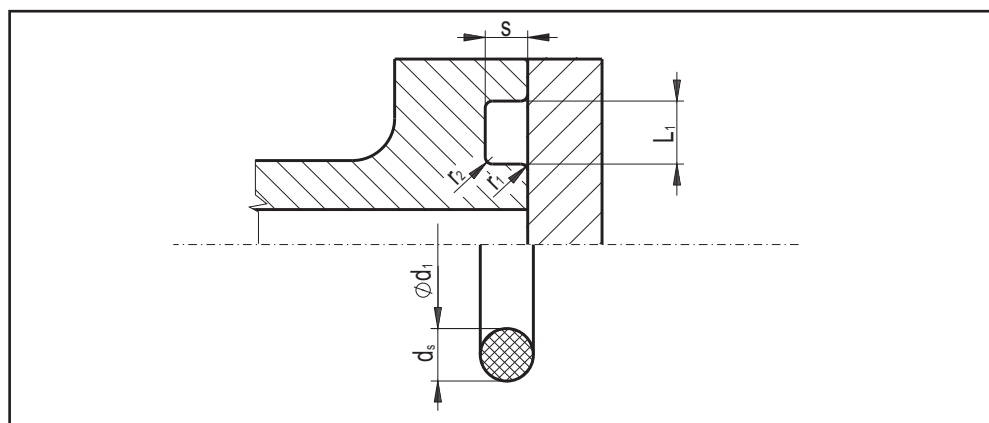
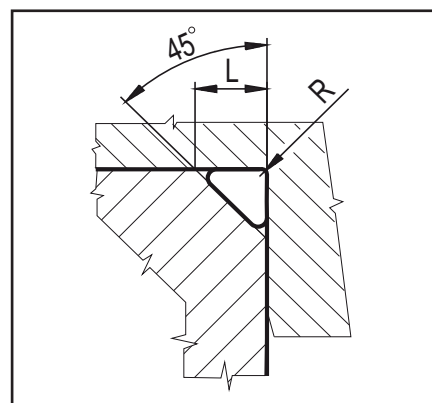


Рисунок 10

**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 газопроводимость 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.

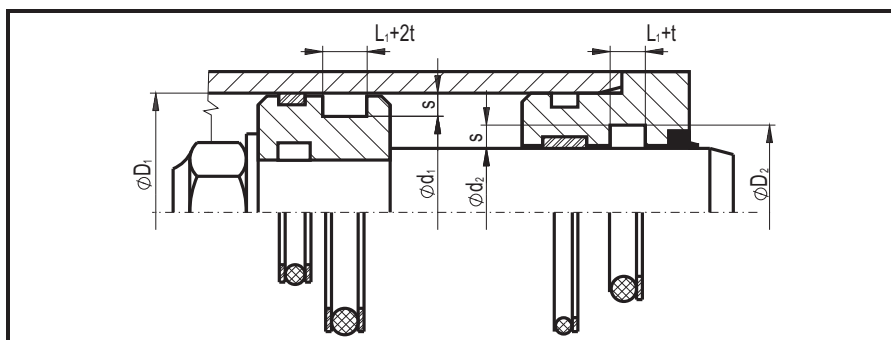


Рисунок 11

**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 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 L<sub>1</sub> должна быть больше чем толщина о-ринга d<sub>s</sub>.

**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.

**РАЗМЕРЫ КАНАВОК - ДИНАМИЧЕСКИЕ УПЛОТНЕНИЯ [мм]**

ТОЛЩИНА d <sub>s</sub>	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 <sub>1</sub>	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 <sub>s</sub>	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 <sub>1</sub>	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 <sub>s</sub>	7,0 6,99	8,0	8,4	9,0	10				
ШИРИНА КАНАВКИ L <sub>1</sub>	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]**

Ø D <sub>1</sub> , Ø d <sub>2</sub>	H 8/f 7			
Ø d <sub>1</sub>	h 9			
Ø D <sub>2</sub>	H 9			
ТОЛЩИНА d <sub>s</sub>	до Ø 4	до Ø 6	до Ø 8	до Ø 10
ШИРИНА КАНАВКИ L <sub>1</sub>	+ 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 <sub>1</sub> max.	R <sub>a</sub> max.
БАЗОВЫЙ ДИАМЕТР КАНАВКИ Ø d <sub>1</sub> или Ø D <sub>2</sub>	6,3	0,8
БОКОВАЯ СТЕНКА КАНАВКИ	16	1,6
УПЛОТНЯЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТИ Ø D <sub>1</sub> или Ø d <sub>2</sub>	2 до 4	0,4

Таблица 16

**МАКСИМАЛЬНЫЙ УПЛОТНЯЮЩИЙ ЗАЗОР F [мм] - ДИНАМИЧЕСКОЕ УПЛОТНЕНИЕ**

ТВЕРДОСТЬ [по Шору A]	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

# КОНСТРУКЦИОННЫЕ СВЕДЕНИЯ

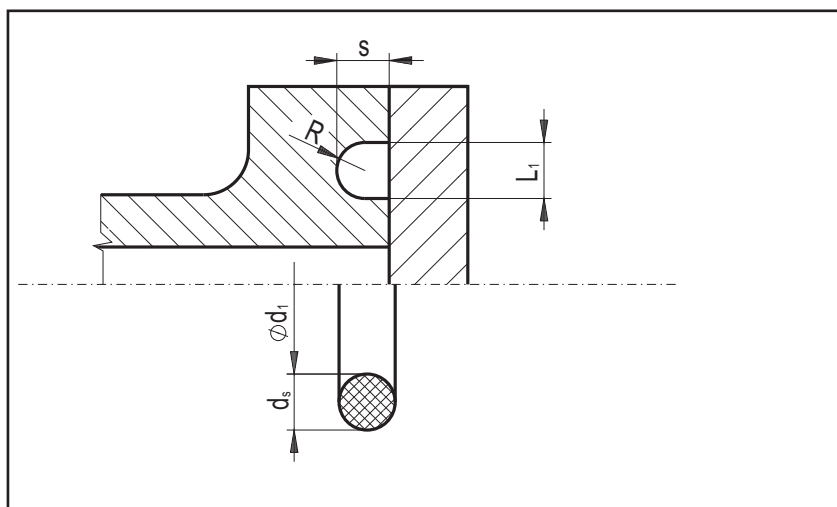


Рисунок 12

## 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  $200^{\circ}\text{C}$  (В зависимости от материала, из 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  $-200^{\circ}\text{C}$  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 преднапряжения, 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 таблицы 16.**

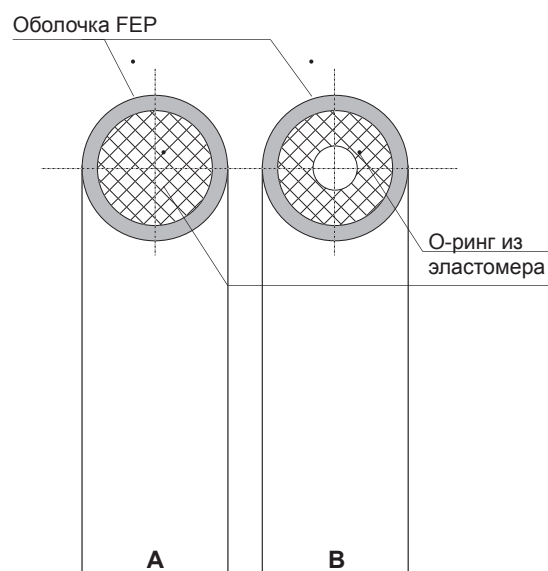
Тем самым достигается наилучший эффект уплотнения. Однако для О-ринги из PTFE возможно также использовать канавки, предназначенные для эластичных О-рингов, но в этом случае монтаж более трудоемкий и О-ринг может повредиться. В отдельных случаях, когда необходимы химические свойства PTFE и достаточные 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  $-200^{\circ}\text{C}$  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® Vreon®	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, гликоля, 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 щелочам), 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, имеющих 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® Baupren®	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 <sub>i</sub>	ПОГРЕШНОСТЬ ±	ТОЛЩИНА d <sub>s</sub>	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 <sub>i</sub>	ТОЛЩИНА d <sub>s</sub>
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
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<sub>s</sub>“ в зависимости от внутреннего диаметра О-ринга „d<sub>i</sub>“.** См. таблицу 22

**ПРИМЕР ЗАКАЗА:**

О-ринг, обозначение материала, твердость, d<sub>i</sub> x d<sub>s</sub>

О-ринг NBR 70 20 x 2

**ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ФОРМЫ В СООТВЕТСТВИИ С ISO**

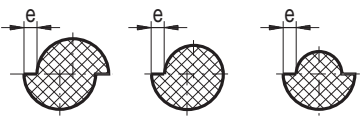
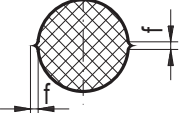
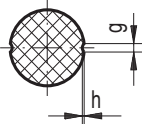
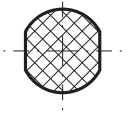
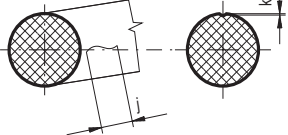
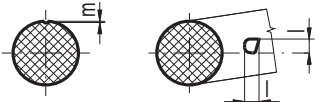
ВИД ОТКЛОНЕНИЯ	НАГЛЯДНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	МАКСИМАЛЬНАЯ ВЕЛИЧИНА				
			для $d_s$				
			1,8	2,65	3,55	5,3	7
СМЕЩЕНИЕ		e	0,08	0,1	0,13	0,15	0,15
ВЫПРЕСОВКА		f	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18
ВТЯНУТАЯ КРОМКА		g	0,18	0,27	0,36	0,53	0,7
		h	0,08	0,08	0,1	0,1	0,13
ОТКЛОНЕНИЕ ОТ КРУГЛОСТИ		-	Отклонения от круглого 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.