



ПОДШИПНИКИ
ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ

Подшипник – важнейший компонент конструкций, обеспечивающий взаимное передвижение элементов оборудования. Являясь элементом, воспринимающим и передающим нагрузку, а также фиксирующим положение подвижной части сборочных узлов, это изделие в значительной степени определяет параметры эксплуатации и долговечность работы всей подвижной конструкции. Несомненно, разнообразие конструктивных решений используемых для подвижных элементов оборудования требует и разнообразных вариантов подшипников – на промышленном рынке представлены варианты от наиболее простых решений в виде втулок и упорных колец из композитов на основе полимеров до многокомпонентных узлов, какими, например, являются полимерные подшипники качения.

ООО «Константа-2» уже более 20 лет занимается разработкой и выпуском подшипников из композиционных материалов.

Ведется постоянная работа по тестированию разработанных решений, позволяющая не только совершенствовать серийную продукцию, но и осваивать новые варианты подшипников для узлов трения. В настоящий момент мы производим и предлагаем своим потребителям разнообразные композитные исполнения этих конструктивных элементов:

Металлополимерные подшипники скольжения по **ТУ 4791-008-347246723-2022**

Бронзовографитовые подшипники скольжения по **ТУ 28.15.23-029-34724672-2016**

Подшипники качения из полимерных композиционных материалов по **ТУ 28.15.10-045-34724672-2022**

Ниже мы предлагаем ознакомиться с информацией о параметрах эксплуатации, характеристиках и рекомендациях по применению выпускаемых нашим заводом подшипников.

ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ

Металлополимерные самосмазывающиеся подшипники скольжения **ТУ 4791-008-347246723-2009**.

Подшипники из композиционных материалов в силу преимуществ, обеспечиваемых повышенными антифрикционными характеристиками композитов, предназначены в первую очередь для работы в узлах сухого трения, где недопустимо или крайне нежелательно применение смазки. Тем не менее, данные изделия могут эксплуатироваться также в узлах трения со смазкой, так как их преимущества не ограничиваются антифрикционными свойствами. К значительным преимуществам этих изделий являются также высокая нагрузочная

способность, небольшой вес и габариты, а также хорошая стойкость к химически агрессивным веществам. Металлополимерные самосмазывающиеся подшипники скольжения, выпускаемые и предлагаемые ООО «Константа-2» используются в оборудовании для пищевой, текстильной, целлюлозно-бумажной, химической и нефтегазовой промышленности, в авиакосмической отрасли, в направляющих станков, опор, штоков, электрооборудование, запирающих устройствах, т.е. фактически в любых узлах трения, работающих при температурах до +270°C.

Продукция данного типа выпускается в различных вариантах.

Пример маркировки

МПП 1 БН 40-20-0,8



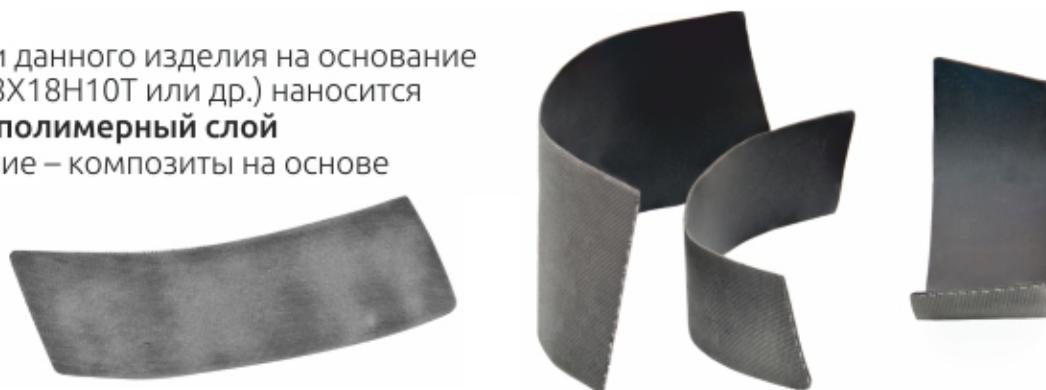
МПШ 2 АУ 40-20-0,8



В зависимости от выбранной основы изделия – листовая сталь или сетка подшипники делят на два типа – **подшипники на основе из сетки из нержавеющей стали** (ТИП 1) и **подшипники на основе из листового металла различных исполнений** (ТИП 2).

Металлополимерный подшипник тип 1

При изготовлении данного изделия на основание (стальная сетка из 08X18H10T или др.) наносится **антифрикционный полимерный слой** (серийное исполнение – композиты на основе фторопласта Ф4).



Свойства
Минимальный износ и большая продолжительность срока эксплуатации
Эксплуатация при высокой нагрузке
Повышенная устойчивость к химическим реагентам и воздействию окружающей среды
Широкий диапазон рабочих температур
Возможность эксплуатации без смазки
Простота установки
Низкий коэффициент статического и динамического трения (отсутствие эффекта «трения со скачками»)
Высокая устойчивость к коррозии
Минимальные габариты

Механические характеристики		
Макс. допустимая нагрузка, Н/мм ²	Динамическая	50
	Статическая	150
Максимальная переменная (колебательная) нагрузка		до 80МПа
Макс. скорость скольжения, м/с	Сухой режим	0,5
Коэффициент трения	Сухой режим	≤ 0,1
Диапазон рабочих температур, °С	-250	+250

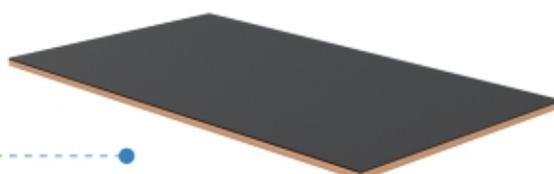
Представленные подшипники актуальны для узлов с умеренными нагрузками. Их основными достоинствами в сравнение с широко применяемыми МФЛ (металлофторопластовая лента) являются минимальные габариты (толщина от 0,6 мм до 1 мм) и отличная химстойкость при хорошем эксплуатационном ресурсе.

Металлополимерный подшипник тип 2

При изготовлении данного типа изделия на основание (лист из стали 20, 08X18H10T, алюминиевого сплава или др.) наносится **антифрикционный полимерный слой** (например: фторопласт Ф-4Д) с **предварительным армированием стекловолокном или бронзовой сеткой**.

В рамках данного типа выпускаются следующие **разновидности подшипников**:

1 МПЛ — металлополимерный лист (лента)



3

2 МПП — радиальный металлополимерный подшипник (втулка свертная)



3 МПФ — радиально-упорный фланцевый подшипник



4 МПШ — металлополимерный упорный подшипник - шайба



Свойства

Минимальный износ и большая продолжительность срока эксплуатации

Эксплуатация при высокой нагрузке

Повышенная устойчивость к химическим реагентам и воздействию окружающей среды

Широкий диапазон рабочих температур

Возможность эксплуатации без смазки

Простота установки

Низкий коэффициент статического и динамического трения (отсутствие эффекта «трения со скачками»)

Минимальные габариты

Механические характеристики

Макс. допустимая нагрузка, МПа	Динамическая	250
	Статическая	400
Максимальная переменная (колебательная) нагрузка		до 50МПа
Макс. скорость скольжения, м/с	Сухой режим	до 5
Коэффициент трения	Сухой режим	≥0,03
Диапазон рабочих температур, °С	-250	+270
Рабочие среды эксплуатации	Природный газ, нефть, нефтепродукты, органические растворители, растворы кислот и щелочей и др. агрессивные среды	

Металлополимерный подшипник тип 3

При изготовлении данного типа изделия на листовое основание (лист из стали 20, 08Х18Н10Т, алюминиевого сплава или др.) наносится **антифрикционный полимерный слой** (например: фторопласт Ф-4Д) с **армирующим перфорированным слоем из металла или полимера**.



4

Выпускаются различные исполнения – МПП, МПШ, МПЛ, МПФ, а также есть вариативность по сочетаниям вариантов материала армирующего и антифрикционного слоя.

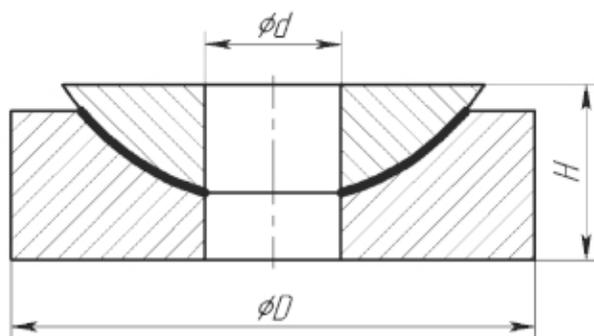
Свойства
Минимальный износ и большая продолжительность срока эксплуатации
Эксплуатация при высокой нагрузке
Повышенная устойчивость к химическим реагентам и воздействию окружающей среды
Широкий диапазон рабочих температур
Возможность эксплуатации без смазки
Простота установки
Низкий коэффициент статического и динамического трения (отсутствие эффекта «трения со скачками»)
Минимальные габариты

Механические характеристики		
Макс. допустимая нагрузка, МПа	Динамическая	75
	Статическая	150
Максимальная переменная (колебательная) нагрузка		до 50МПа
Макс. скорость скольжения, м/с	Сухой режим	до 1,5
	При наличии смазки	до 5
Коэффициент трения	Сухой режим	<0,2
Диапазон рабочих температур, °С	-200	+150
Рабочие среды эксплуатации	Природный газ, нефть, нефтепродукты, органические растворители, растворы кислот, щелочей и солей, окислители	

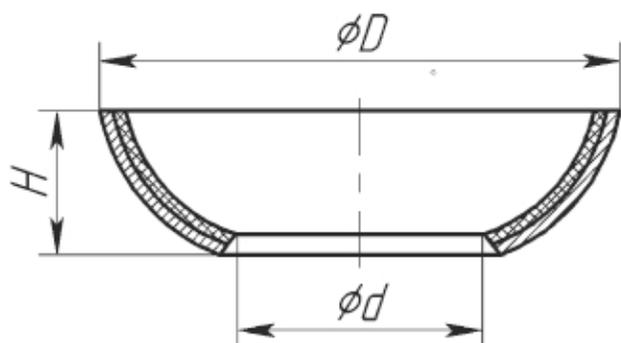
Металлополимерный подшипник тип 4

При изготовлении изделий обеспечивается антифрикционный слой на сферической поверхности вкладыша или ответных криволинейных поверхностях трения подшипника.

МПС — металлополимерный сферический подшипник



МПВ — вкладыш для сферического подшипника



Свойства
Минимальный износ и большая продолжительность срока эксплуатации
Эксплуатация при высокой нагрузке
Повышенная устойчивость к химическим реагентам и воздействию окружающей среды
Широкий диапазон рабочих температур
Возможность эксплуатации без смазки
Простота установки
Низкий коэффициент статического и динамического трения (отсутствие эффекта «трения со скачками»)
Минимальные габариты

Механические характеристики		
Макс. допустимая нагрузка, МПа	Зависит от габаритов изделия (см. табл.2)	
Максимальная переменная (колебательная) нагрузка	до 50МПа	
Макс. скорость скольжения, м/с	Сухой режим	до 1,5
	При наличии смазки	до 5
Коэффициент трения	Сухой режим	<0,2
Диапазон рабочих температур, °С	-200	+150
Рабочие среды эксплуатации	Смазки, нефтепродукты, малого размера абразив	

ООО Константа-2 выпускает подшипники до 1500 мм диаметром, толщины подшипников от 0,5 до 3 мм. В таблицах 1 и 2 представлены предпочтительные, стандартные размеры подшипников по **ТУ 4791-008-347246723-2022**.

Таблица 1. Предпочтительные номинальные размеры внутреннего диаметра d и толщины стенки S подшипников МПП, МПФ

d , мм	4	6	8	10	12	14	15	17	20	22	25	30	35	40	45	50	55	60
S , мм	0,5-1,1						0,5-2,1											
d , мм	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	140	145	150	155	160
S , мм	1,1-2,6																	
d , мм	170	175	180	185	190	195	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	320
S , мм	1,1-3,0																	
d , мм	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1100	1200	1300	1500
S , мм	1,1-3,0																	

Таблица 2. Правильное наименование (две строки)

Обозначение	Размеры			Максимальная выдерживаемая нагрузка	
	d , мм	D , мм	H , мм	Динамическая, кН	Статистическая, кН
МПС 25-47-15	25	47	15	75	150
МПС 28-52-16	28	52	16	90	180
МПС 30-55-17	30	55	17	95	190
МПС 32-58-17	32	58	17	105	210
МПС 35-62-18	35	62	18	120	235
МПС 40-68-19	40	68	19	140	280
МПС 45-75-20	45	75	20	160	325
МПС 50-80-20	50	80	20	185	370
МПС 55-90-23	55	90	23	215	430
МПС 60-95-23	60	95	23	245	490
МПС 65-100-23	65	100	23	270	540
МПС 70-110-25	70	110	25	310	620
МПС 75-115-25	75	115	25	340	675
МПС 80-125-29	80	125	29	390	770
МПС 85-130-29	85	130	29	425	850
МПС 90-140-32	90	140	32	475	950
МПС 95-145-32	95	145	32	525	1050
МПС 100-150-32	100	150	32	580	1150
МПС 105-160-35	105	160	35	635	1270
МПС 110-170-38	110	170	38	695	1380
МПС 120-180-38	120	180	38	820	1630

МПС 130-200-45	130	200	45	1060	2130
МПС 140-210-45	140	210	45	1120	2240
МПС 150-225-48	150	225	48	1280	2550
МПС 160-240-51	160	240	51	1445	2900
МПС 170-260-57	170	260	57	1780	3360
МПС 180-280-64	180	280	64	2090	4170
МПС 190-290-64	190	290	64	2250	4490
МПС 200-310-70	200	310	70	2520	5040

В таблице 3 указаны допуски на толщину стенки в зависимости от толщины подшипника.

Таблица 3. Номинальные размеры и допуски на толщину стенки S

S	0,5-1,1	1-1,6	1,5-2,1	2-3
Допуск на толщину стенки S, без припусков на механическую обработку, мм	+ 0,020 - 0,045	+ 0,025 - 0,055	+ 0,03 - 0,065	+ 0,04 - 0,085

БРОНЗОВОГРАФИТОВЫЕ ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ

Бронзовографитовые подшипники скольжения **ТУ 28.15.23-029-34724672-2016**. Двухкомпонентный композитный самосмазывающийся подшипник сухого скольжения. Основное применение — в узлах с высокой нагрузкой и малыми скоростями перемещения при высоких температурах.

Изделие представляет собой бронзовую основу с впрессованным в нее твердотельным смазочным материалом. Предлагается **два варианта смазки/вставок**: графит и фторопласт. Тип впрессованной смазки определяется условиями эксплуатации и влияет на характеристики подшипников. Изготавливаются цилиндрические и фланцевые подшипники, упорные кольца, пластины скольжения и специальные изделия по спецификации заказчика.



Механические характеристики			
Максимальная динамическая нагрузка	до 80МПа		
Макс. скорость скольжения, м/с	до 5		
Коэффициент трения по стали при максимальной нагрузке	0,2		
Диапазон рабочих температур для изделия со вставками, °С	из фторопласта	-50	+270
	из графита	-50	+450
Рабочие среды эксплуатации	- в атмосферных условиях - допускается попадание влаги, нефтепродуктов, пара		

Подшипники изготавливаются **двух видов**:

- с крепёжными отверстиями;
- без крепёжных отверстий.

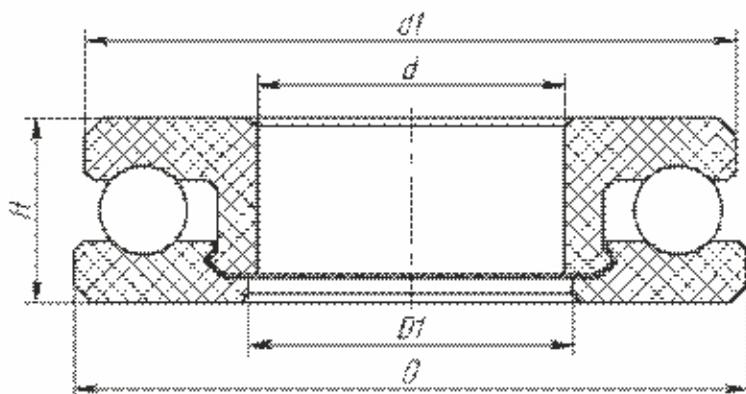
ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Полимерные шарикоподшипники состоят из **полимерного кольца, шариков из нержавеющей стали, стекла, полимера и полимерного сепаратора.**

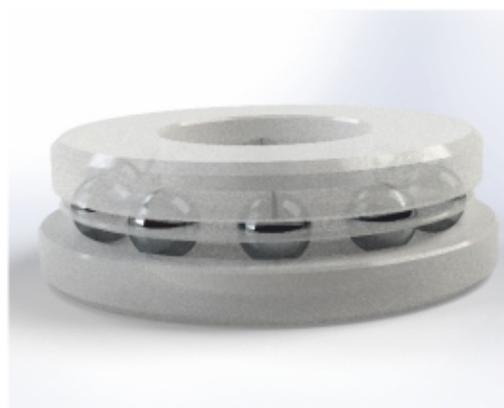
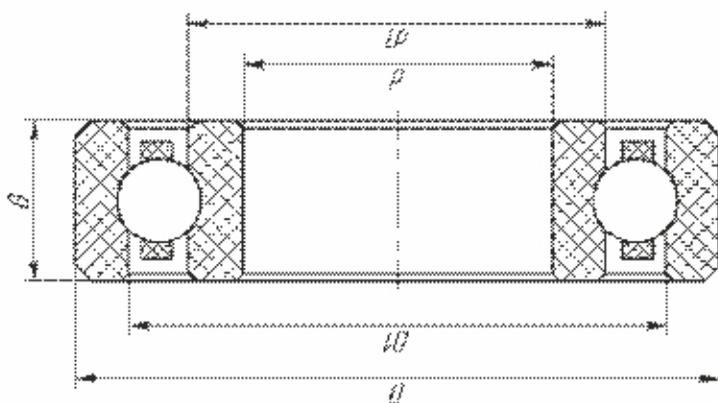


Эти самосмазывающиеся подшипники могут работать всухую и не требуют повторной смазки. ООО «Константа-2» производит радиальные и упорные подшипники качения. На рисунке представлены эскизы и основные размеры подшипников. По специальным заказам могут изготавливаться подшипники других типов, размеров, конфигураций.

Радиальный подшипник качения.



Упорный подшипник качения.



Нагрузки и максимальные рабочие скорости, которые может выдержать композитный полимерный подшипник, ниже, чем у стальных подшипников. Однако, они выгодно отличаются высокой антикоррозионной стойкостью, а их высокая удельная прочность (отношение прочности к весу) является ценным свойством подшипников из композиционных материалов, особенно в тех случаях, когда вес является важным фактором при проектировании. Высокая размерная стабильность в течение всего срока службы достигается за счет низкой склонности к ползучести используемых полимеров.

Особенности и преимущества

подшипников из полимерных композиционных материалов.

- Сопротивление коррозии за счет высокой химической стойкости
- Самосмазывающийся (смазка не требуется)
- Легкий вес (масса до 80% меньше, чем у аналогичного стального изделия)
- Возможность применения некоторых исполнений при высоких температурах.
- Низкий коэффициент трения
- Хорошие демпфирующие свойства
- Отличные показатели в части электрической изолированности изделий
- Тихая работа
- Низкая стоимость жизненного цикла
- Незаменимое решение при невозможности использования смазочных материалов из гигиенических соображений.

Применение:

- Медицина и фармацевтика
- Пищевая промышленность
- Отопление и кондиционирование воздуха
- Химическая промышленность и гальванические производства
- Производство текстиля и целлюлозной продукции
- Транспортировка и погрузочно-разгрузочные работы
- Электротехника
- Измерение и контроль
- Вакуумные приложения

Полимерные шарикоподшипники могут быть изготовлены из различных материалов и комбинаций материалов. Выбор материалов зависит от области и условий применения.

Полимерные композиционные материалы имеют существенно иные свойства, чем сталь. Одним из самых уникальных свойств является их значительная устойчивость к химическим веществам. Важным также является то, что полимеры, используемые для изготовления подшипников, обладают низким коэффициентом трения, высокой устойчивостью к износу и усталости.

Таблица 1. Стандартные сочетания материалов

Кольца	Сепаратор	Шары	Примеры областей применения
Полиоксиметилен (ПОМ)	Полиамид (ПА)	Нержавеющая сталь или стекло	Пищевая, легкая промышленность, электротехника
Полипропилен (ПП)	Полипропилен (ПП)	Нержавеющая сталь или стекло	Гальваника, общетехническое применение
Полиэфирэфиркетон Полифениленсульфид	Полиэфирэфиркетон Полифениленсульфид	Нержавеющая сталь или стекло	Медицинская промышленность Высокотемпературные применения

Кольца из полиоксиметилена и полипропилена используются для стандартного ассортимента полимерных композитных подшипников. Шары изготовлены из стекла или нержавеющей стали.

Полипропилен устойчив к воздействию кислот, щелочей, солей и солевых растворов, спиртов, масел, смазок, воска и многих растворителей. Воздействие ароматических соединений и галогенизированных углеводородов приводит к набуханию. Полипропилен

ограниченно стоек к сильным окисляющим средам (например, азотной кислоте, хроматам или галогенам), и существует риск коррозии под напряжением.

Полиоксиметилен устойчив к воздействию слабых кислот, слабых и сильных щелочей и органических растворителей, а также бензина, бензола, масел и спиртов.

Полиамид устойчив практически ко всем обычным органическим растворителям, а также к некоторым слабым кислотам и щелочам. В зависимости от среды может потребоваться использование альтернативных полимеров, выходящих за рамки стандартного диапазона.

Рабочие температуры: - 50 °С + 250 °С.

Различают статическую и динамическую грузоподъемность подшипников. Статическая - способность выдерживать статическую нагрузку является верхней предел нагрузки, который подшипник может выдержать при остановке без повреждения элементов качения или дорожек качения. Динамическая несущая способность является показателем эксплуатационной нагрузки, при которой подшипник выполняет свою функцию в большинстве областей применения.

Динамическая грузоподъемность зависит от условий эксплуатации, от рабочей температуры и частоты вращения подшипника. В таблицах представлены величины, полученные расчетным путем.

Размеры полимерных радиальных шарикоподшипников соответствуют **ГОСТ 8338-75**.

Размеры полимерных упорных шарикоподшипников соответствуют **ГОСТ 7872-89**.

Таблица 2. Размеры радиальных шарикоподшипников

Тип	d, мм	D, мм	B, мм	Грузоподъемность, Н	
				Динамическая	Статистическая
23П	3	10	4	45	30
24П	4	13	5	60	40
25П	5	16	5	65	45
26П	6	19	6	70	50
27П	7	22	7	80	55
28П	8	24	8	80	55
29П	9	26	8	100	70
200П	10	30	9	160	110
201П	12	32	10	220	150
202П	15	35	11	250	170
203П	17	40	12	320	220
204П	20	47	14	420	270
205П	25	52	15	380	320
206П	30	62	16	550	360
207П	35	72	17	620	410
208П	40	80	18	660	440
209П	45	85	19	720	470
210П	50	90	20	770	540
211П	55	100	21	800	600
212П	60	110	22	850	650
213П	65	120	23	900	700
214П	70	125	24	940	730
215П	75	130	25	1000	780
216П	80	140	26	1050	820
217П	85	150	28	1110	860
218П	90	160	30	1180	900
219П	95	170	32	1250	950
220П	100	180	34	1300	1000

Таблица 3. Размеры упорных подшипников

Тип	Размеры			Грузоподъемность, Н	
	d	D	B	Динамическая	Статистическая
8100П	10	24	9	200	250
8101П	12	26	9	320	400
8102П	15	28	9	500	625
8103П	17	30	9	570	710
8104П	20	35	10	650	810
8105П	25	42	11	710	880
8106П	30	47	11	760	950
8107П	35	52	12	810	1010
8108П	40	60	13	890	1110
8109П	45	65	14	950	1185
8110П	50	70	14	1000	1250
8111П	55	78	16	1070	1320
8112П	60	85	17	1160	1400
8113П	65	90	18	1220	1450
8114П	70	95	18	1300	1550
8115П	75	100	19	1350	1620
8116П	80	105	19	1450	1700

Посадка вала и корпуса может оказывать существенное влияние на рабочий зазор в подшипнике и его эксплуатационные характеристики. Поэтому рекомендуется посадка с натягом примерно 0,2 мм для внутренней обоймы. Другое кольцо должно иметь небольшой зазор. Ни при каких обстоятельствах оба кольца не должны быть установлены с натягом, так как недостаточный рабочий зазор приведет к преждевременному выходу подшипника из строя. При этом необходимо учитывать тепловое расширение подшипника и его компонентов в процессе эксплуатации.

Как правило, допуски для полимерных шарикоподшипников больше, чем для цельнометаллических подшипников сопоставимых размеров. При правильной установке и использовании в соответствующих условиях большие допуски не оказывают отрицательного влияния на срок службы подшипника. Радиальный внутренний зазор для стандартных полимерных композиционных шарикоподшипников зависит от диаметра вала и приведен в таблице.

Таблица 4. Внутренний зазор в подшипниковом узле

Диаметр вала, мм	Радиальный внутренний зазор, мкм
< 10	50 - 130
10 - 20	70 - 150
20 - 30	80 - 170
30 - 40	90 - 190
40 - 50	100 - 200
50 - 70	110 - 210
70 - 100	120 - 250

При проектировании посадок вала и корпуса необходимо учитывать влияние теплового расширения материалов на внутренний зазор подшипника.

Обозначения полимерных шарикоподшипников основаны на системе обозначений ГОСТ на упорные и радиальные подшипники. Полное обозначение подшипника указано на упаковке.

На возникшие у Вас вопросы будут рады ответить сотрудники нашей компании. Все дополнительные материалы и техническая документация, не составляющая коммерческой тайны, безвозмездно предоставляется потенциальным потребителям в ответ на поступивший запрос.

Большим плюсом является возможность нашего завода выпускать продукцию с заданными характеристиками и оказывать потребителю консультационную поддержку на этапе проектирования узлов, в которых планируется применить комплектующие производства ООО "Константа-2".



ООО «Константа-2»

400120, г. Волгоград, ул. Елисеева, д. 3
secret@constanta-2.ru

8 (8442) 94-55-56

8 (8442) 95-54-79

www.constanta-2.ru