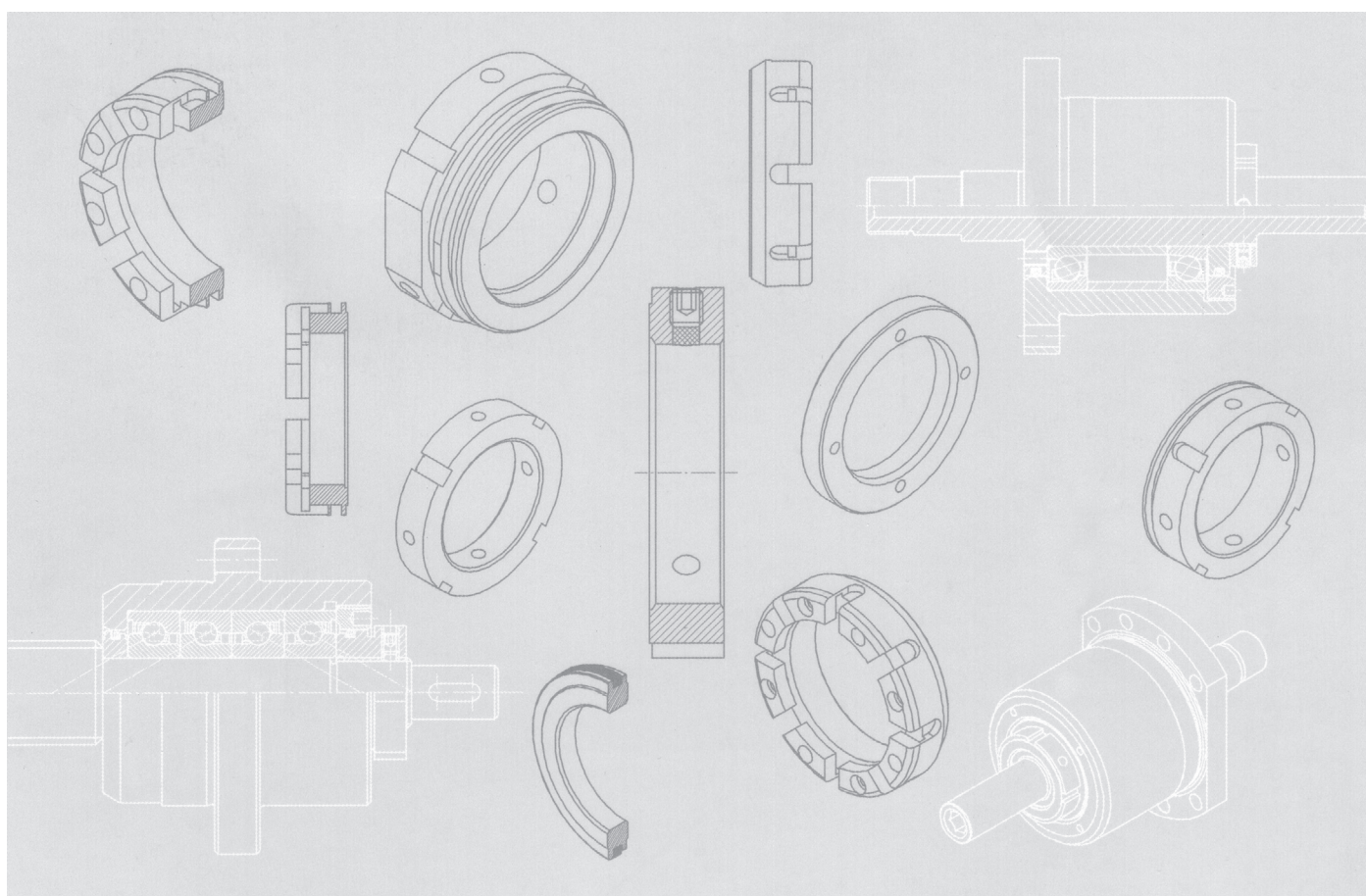


ИВС



Прецизионные стопорные гайки

Лабиринтные стопорные гайки

Лабиринтные уплотнения

TI-I-5020.0 / R



Инструкция по применению прецизионных стопорных гаек и лабиринтных уплотнений фирмы IBC

Случаи применения

Прецизионные стопорные гайки фирмы IBC, имеющие точную резьбу, используются в прецизионных областях применения. Благодаря системам стопорения интегрированным в различных гайках, обеспечивается легкий и прецизионный монтаж, а также стопорение гаек.

Создание способов для удержания стопорных шайб в резьбе, как, например, канавок, не требуется, сохраняется полное сечение материала и предотвращается концентрация напряжения. Дополнительно увеличивается осевая точность.

Допуски

Благодаря точной обработке внутренней резьбы с ее стопорными элементами, а также торцевой поверхности, обеспечивается высокая точность вращения без торцевого биения, согласно IT3, основных допусков ISO, согласно DIN7151.

Профилированные стопорные элементы удерживаются на боковых сторонах профиля резьбы. Резьба изготавливается с производственным допуском 4H, согласно DIN 13 T21-24, начиная с M210x4 - допуск составляет 6H.

Конструктивные исполнения

Для компактных случаев применения (наименьший вес) используются прецизионные стопорные гайки серии MMR. Стопорение гаек в глубоко лежащих, радиально не достижимых местах применения (отверстия в корпусе) осуществляется посредством аксиально доступных нажимных винтов у гаек серии MMA, MBA и MBC. Этот вариант по причине своей внутренней конструкции требует большей ширины. Начиная с Ø 20 поставляется конструктивное исполнение MBA. Его осевая допустимая нагрузка соответствует нагрузке гайки MMR. Начиная с Ø 45 - Ø 200 дополнительно выпускается исполнение MBC с четырьмя винтами с внутренним шестигранником. Исполнение MMRB с радиальной системой стопорения использует такое же сечение MBA или MBC и допускает, тем самым, большую нагрузку и момент затяжки. Это особенно целесообразно для предварительного зажима подшипников с высокой осевой нагрузкой (как у шарико-винтовых пар).

Прецизионные стопорные гайки с лабиринтным уплотнением

Серии MMRBS и MBAS имеют дополнительно комплект фрикционных дисков из пружинной стали, который вместе с корпусом образует компактное лабиринтное уплотнение в стесненных условиях. Пространство области лабиринта перед монтажом и после него необходимо заполнить консистентной смазкой.

Прецизионные стопорные гайки серии MMRS с характеристиками MMRBS были согласованы по сечению с 60°-радиально-упорными шарикоподшипниками серии BS и с гайкой серии MD для лабиринтных уплотнений (смотри страницу 6 и 7). Наряду с этими стандартными значениями возможны особые значения (другое сечение) или применение коррозионностойкой стали, а также покрытия ATcoat.

Присоединительные размеры

Для сопряженной резьбы вала рекомендуется допуск „средний” 6g, 6h или, при более высоких требованиях к точности (в станках), „точный” 4h.

Прочность резьбы гайки

Резьба до M50: 1000 Н/мм², резьба более M50: 650 Н/мм²
Допустимые осевые нагрузки действительны для наружной резьбы с пределом прочности на растяжение мин. 700 Н/мм². При динамичной нагрузке допустимо 75% осевой нагрузки.

Монтаж

Прецизионную стопорную гайку следует навинчивать вместе с неизменными в своей позиции стопорными элементами. При помощи ударного или торцевого гаечного ключа следует затянуть ее с примерно трехкратным моментом затяжки для компенсации возможных явлений оседания.

Затем необходимо снова ослабить прецизионную стопорную гайку, после чего затянуть ее с заданным моментом затяжки. У прецизионных стопорных гаек исполнения MBA благодаря натяжке стопорных элементов легко увеличивается аксиально действующее усилие. Принцип действия исполнения MBC является противоположным и не должен применяться у подшипников качения с предварительным натягом, выполненным на заводе-изготовителе. Необходимый момент затяжки ориентируется на предварительный натяг подшипников и на необходимую прессовую посадку. Дополнительную информацию смотри на стр. 8 и 9.

Стопорение, препятствующее отвинчиванию

Первый стопорный винт следует слегка затянуть при помощи внутреннего шестигранника до ощущения сопротивления. Затем следует затянуть второй противоположный установочный винт. Если имеется, то затягивается третий установочный винт (только у MMRB, MMRBS и MMRS) и четвертый при версии ... Q. Винты следует подтянуть. Максимальные моменты затяжки установочных винтов и винтов с внутренним шестигранником представлены в следующей таблице.

Стопорная резьба	Размер под ключ [мм]		макс. момент затяжки MA [Нм]	
	S	S _{MBC}	Установочные винты	Винты с внутренним шестигранником
M4	2		2	4,5
M5	2,5	3	4	8,5
M6	3	4	7	15
M8	4	5	18	36
M10	5	6	34	—
M12	6	—	60	—

Таблица: Максимальные моменты затяжки стопорных элементов

Благодаря этому, при затянутых стопорных элементах получаются высокие значения моментов против непреднамеренного отвинчивания при переменном вращении влево и вправо, а также при особо высоком ускорении шпинделя.

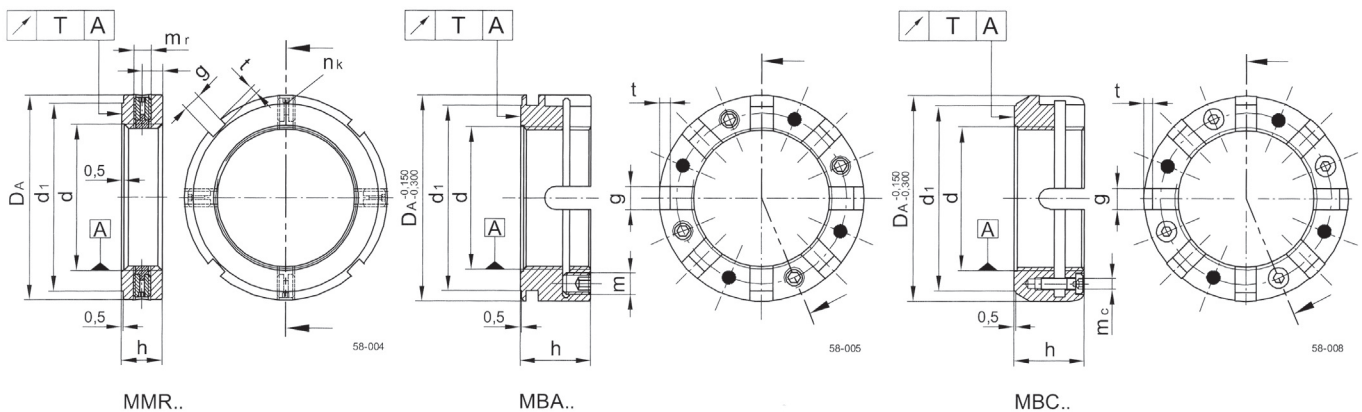
Демонтаж

При демонтаже сначала следует ослабить стопорные элементы. Так как профилированные стопорные элементы из твердой бронзы при затяжке не деформируются, то гайка после отвинчивания может использоваться несколько раз.

Краткие обозначения прецизионных стопорных гаек и лабиринтных уплотнений фирмы IBC

MMR	узкая прецизионная стопорная гайка с радиальным стопорением
MMRB	широкая прецизионная стопорная гайка с радиальным стопорением
MMRBS	как MMRB, но с пластинчатым уплотнением
MBA	прецизионная стопорная гайка с аксиальной фиксацией посредством разрезных сегментов и установочных винтов
MBAS	как MBA, но с пластинчатым уплотнением
MBC	прецизионная стопорная гайка с аксиальным стопорением посредством разрезных сегментов и винтов
MMA	прецизионная стопорная гайка с аксиальным стопорением посредством 2 конусов
MMRS	специальная стопорная гайка с радиальным стопорением, согласованная с 60°-радиально-упорным шарикоподшипником BS и MD-гайкой.
MD	гайка с точной наружной резьбой для лабиринтных уплотнений, подходящая к серии S и MMRS
S	прецизионное лабиринтное уплотнение с пластинами из пружинной стали
...Q	4 стопорных элемента, если не стандарт

IBC прецизионные стопорные гайки MMR, MMRB, MMRBS, MMA, MBA, MBAS, MBC



Резьба	Краткое обозначение		Размеры													Макс. момент затяжки контрвинтов M_s			Допустимая осевая нагрузка		
			D_A	h	g	t	d_1	c	m_a	m_r	m_c	h_1	h_2	E**	MMR	MBA	MBC	MMRB	MBA	MBC	
															рад.	осев.	F_a				
Допуск 4H	Радиальное стопорение MMR, MMRB/ MMRBS	Осевое стопорение MBAMBAS MBC	мм													Нм			кН		
M 6 x 0,5	MMR 6		16	8	3	2	12	4	-	M 4							2	-		16	
M 8 x 0,75	MMR 8						14													17	
M 10 x 0,75	MMR 10		18				18													22	
M 12 x 1	MMR 12		22				21													26	
M 15 x 1	MMR 15		25				23	5		M 5							4			33	
M 17 x 1	MMR 17		28	10	4		27			M 4								2		49	
	MMA 17 *			16																70	70
M 20 x 1	MMR 20		32	10																55	
	MMRB 20	20		16								4,4	2,9	32						110	110
M 20 x 1,5	MMR 20 x 1,5			10																70	
	MMRB 20 x 1,5	20 x 1,5		16										32						110	110
M 25 x 1,5	MMR 25		38	12	5		33	6		M 6							7			87	
	MMRB 25	25		18										38						130	130
M 30 x 1,5	MMR 30		45	12			40			M 6		5,2	3,2	45				7		110	
	MMRB 30	30		18										45						150	150
M 35 x 1,5	MMR 35		52	12			47							52						120	
	MMRB 35	35		18										52						170	120
M 40 x 1,5	MMR 40		58	14	6	2,5	52	7						58						150	
	MMRB 40	40		20										58						210	150
M 45 x 1,5	MMR 45		65	14			59					6	3,6	65						170	
	MMRB 45	45		20										65					4,5	240	170
M 50 x 1,5	MMR 50		70	14			64							70						180	
	MMRB 50	50		20										70					4,5	260	180
M 55 x 2	MMR 55		75	16	7	3	68	8												250	
	MMRB 55	55		22										75						340	250
M 60 x 2	MMR 60		80	16			73							80						270	
	MMRB 60	60		22										80					4,5	360	270
M 65 x 2	MMR 65		85	16			78							85						290	
	MMRB 65	65		22										85					4,5	400	290
M 70 x 2	MMR 70		92	18	8	3,5	85	9						92						350	
	MMRB 70	70		24										92					4,5	470	350
M 75 x 2	MMR 75		98	18			90							98						370	
	MMRB 75	75		24										98					8,5	500	370
M 80 x 2	MMR 80		105	18			95							105						390	
	MMRB 80	80		24										105					8,5	520	390
M 85 x 2	MMR 85		110	18			102							110						400	
	MMRB 85	85		24						M 10				110					8,5	540	400

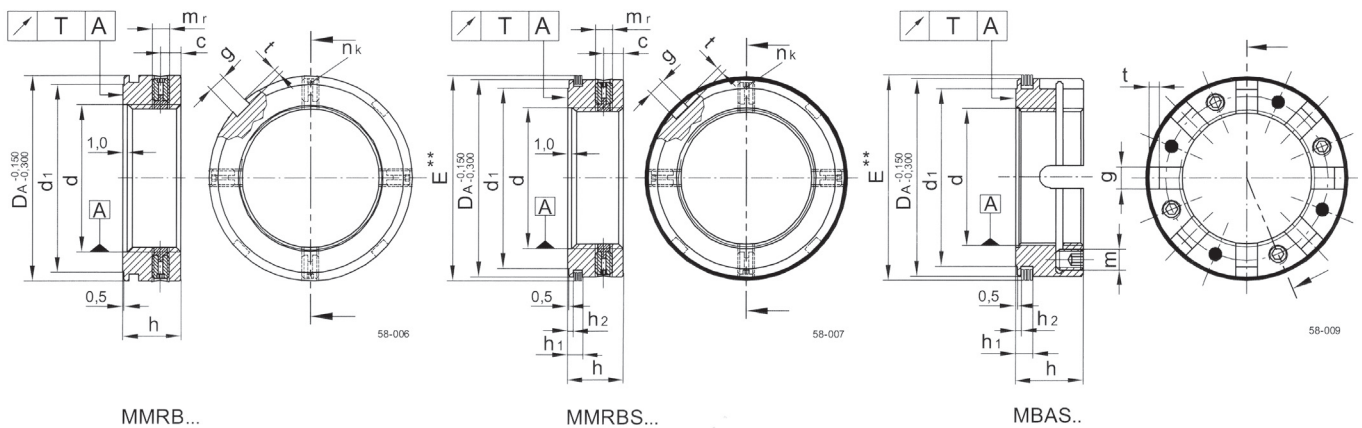
Таблица 58-700: IBC прецизионные стопорные гайки MMR, MMRB, MMRBS, MMA, MBA, MBAS, MBC

Другие размеры по запросу

* Стопорение: 2 конуса меньше 90°

E** см. стр. 5 у MMRBS. В распоряжении имеются следующие особые гайки: MMR 16 x 1,5 Q; MMR 33 x 1,5 Q; MMR 42 x 1,5 Q; MMR 60 x 1,5 Q; MMR 65 x 1,5 Q; MMR 145 x 2 Q.

IBC прецизионные стопорные гайки MMR, MMRB, MMRBS, MMA, MBA, MBAS, MBC



Резьба	Краткое обозначение	Размеры												Макс. момент затяжки контрвинтов M_s		Допустимая осевая нагрузка			
		D_A	h	g	t	d_1	c	m_r m_a	m_c	h_1	h_2	E^{**}	MMR MMRB MBA	MBC	MMR MMRB MBA MBC	MMA MBA MBC			
Допуск 4Н*	Радиальное стопорение MMR, MMRB/ MMRBS	Осевое стопорение MBA/MBAS MBC	мм												Нм		Нм		
M 90 x 2	MMR 90		120	20	10	4	108	9	M 10				7,3	4,3		34	15	470	
	MMRB 90	90		26															
M 95 x 2	MMR 95		125	20			113											490	
	MMRB 95	95		26											125			640	490
M 100 x 2	MMR 100		130	20			120											510	
	MMRB 100	100		26											130			660	510
M 105 x 2	MMR 105		140	22	12	5	126											560	
	MMRB 105	105		28											140			700	560
M 110 x 2	MMR 110		145	22			133											600	
	MMRB 110	110		28											145			770	600
M 115 x 2	MMR 115		150	22			137					7,5	4,4					660	
	MMRB 115	115		28											150			820	660
M 120 x 2	MMR 120		155	24			138											710	
	MMRB 120	120		30											155			890	710
M 125 x 2	MMR 125		160	24			148											740	
	MMRB 125	125		30											160			920	740
M 130 x 2	MMR 130		165	24			149											760	
	MMRB 130	130		30											165		36	950	760
M 140 x 2	MMR 140		180	26	14	6	160	10	M 12							60		880	
	MMRB 140	140		32											180				
M 150 x 2	MMR 150		195	26			171											930	
	MMRB 150	150		32											195			1040	930
M 160 x 3	MMRB 160	160	205	34	16	7	182					8,3	5,3	205			1360	1020	
M 170 x 3	MMRB 170	170	220				198							220			1430	1075	
M 180 x 3	MMRB 180	180	230	36	18	8	203							230			1600	1200	
M 190 x 3	MMRB 190	190	240				214							240			1670	1250	
M 200 x 3	MMRB 200	200	250	38			226							250			1850	1390	
M 210 x 4	MMRB 210		270	40	20	10	238	14	M 14			10	6,4	270	85		2000		
M 220 x 4	MMRB 220		280				250							280			2250		
M 240 x 4	MMRB 240		300	44			270							300			2300		
M 260 x 4	MMRB 260		310				290							310			2500		
M 280 x 4	MMRB 280		330	50	24		310					11	6,6	330			2850		
M 300 x 5	MMRB 300		360				336							360			3100		

Таблица 58-701: IBC прецизионные стопорные гайки MMR, MMRB, MMRBS, MMA, MBA, MBAS, MBC

Другие размеры по запросу

Вращение без торцового биения Т по IT3, DIN 7151,

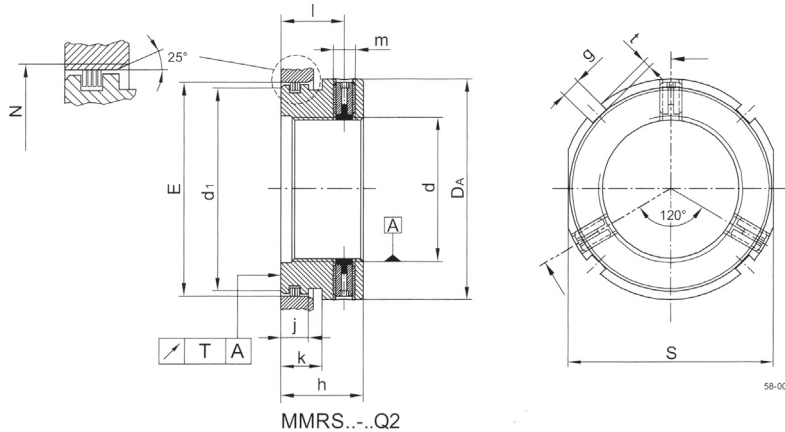
* начиная с $\varnothing 200$: 6 Н

n_k : количество стопорных элементов = 4

MBAS, MMRBS = MBA, MMRB + фрикционные диски из пружинной стали (лабиринтное уплотнение)

E^{**} = подсоединительный диаметр корпуса = $D_{A+0}^{+0.1}$ и 25°-вводная фаска для уплотнения (смотри также MMRBS), вводной диаметр которой на 4% больше D_A .

IBC прецизионные лабиринтные шлицевые гайки MMRS



Резьба	Краткое обозначение	Размеры												Момент затяжки контрвинтов	Допустимая осевая нагрузка		
		E	DA	h	g	t	d ₁	l	m	j	k	N	S			M _S	F _a
		мм														Нм	кН
M 17 x 1	MMRS 17-36.Q2	36	38	20	5	2	32	15,5	M 5	9	11	37,5	36	4	100		
M 20 x 1	MMRS 20-36.Q2														110		
M 22 x 1	MMRS 22-36.Q2														110		
M 25 x 1,5	MMRS 25-50.Q2	50	58	25	6	2,5	46	19	M 6	10	13	52	55	7	150		
M 27 x 1,5	MMRS 27-50.Q2														180		
M 30 x 1,5	MMRS 30-50.Q2																
M 30 x 1,5	MMRS 30-60.Q2	60	70	28			56	21	M 8			63	65	18	180		
M 35 x 1,5	MMRS 35-60.Q2														190		
M 40 x 1,5	MMRS 40-60.Q2														210		
M 45 x 1,5	MMRS 45-60.Q2	76	80	30	7	3	72	23			15	79,5	75		260		
M 35 x 1,5	MMRS 35-76.Q2														290		
M 40 x 1,5	MMRS 40-76.Q2														340		
M 45 x 1,5	MMRS 45-76.Q2	99	105		8	3,5	95					103	95		400		
M 50 x 1,5	MMRS 50-76.Q2														420		
M 55 x 2	MMRS 55-76.Q2														450		
M 55 x 2	MMRS 55-99.Q2	99	105		8	3,5	95					103	95		450		
M 60 x 2	MMRS 60-99.Q2														480		
M 65 x 2	MMRS 65-99.Q2														480		
M 75 x 2	MMRS 75-99.Q2	132	140	35	12	5	128	27	M 10	12	19	137,3	135	34	510		
M 100 x 2	MMRS 100-132.Q2														710		
M 125 x 2	MMRS 125-162.Q2														800		

Таблица 58-702: IBC прецизионные лабиринтные шлицевые гайки MMRS
Вращение без торцового биения T по IT3, DIN7151

Другие размеры по запросу

Лабиринтная шлицевая гайка с установленными фрикционными дисками из пружинной стали образует с согласованным корпусом или с гайкой серии MD для лабиринтных уплотнений бесконтактное уплотнение (см. стр. 7 и 10). В то время как лабиринтная шлицевая гайка вращается с валом, кольца из пружинной стали неподвижны, причем снаружи они предварительно радиально зажаты корпусом. Свободное пространство следует заполнить той же консистентной смазкой, которая применяется в подшипниках

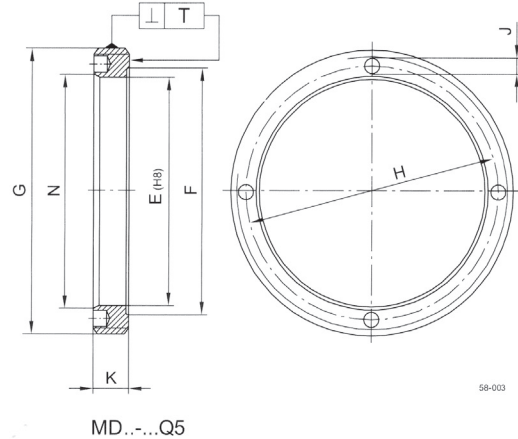
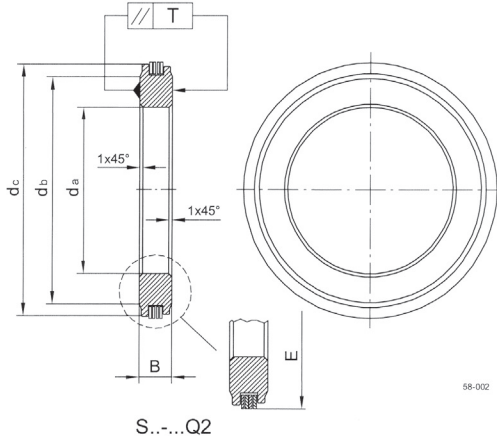
качения. Область уплотнения лабиринтной шлицевой гайки уже смазана консистентной смазкой BearLub GH62, которая зарекомендовала себя в опорных узлах шарико-винтовых пар.

Две дополнительные поверхности под ключ, расположенные друг напротив друга, облегчают монтаж. Эта гайка применяется, в частности, с 60°-радиально-упорными шарикоподшипниками * (и в подшипниковых узлах).

* Подробную информацию смотри в каталоге TI-1-5010.2/R.

IBC прецизионные лабиринтные уплотнения S

IBC прецизионные гайки MD для лабиринтных уплотнений



Краткое обозначение	Размеры				Краткое обозначение	Размеры								Допустимая осевая нагрузка F _a кН
	d _a	d _b	d _c	B		E	F	G	H	J	K	N	F _a	
мм				мм								кН		
S 12-26.Q2	12	21	25,6	7	MD 40-26.Q5	26	28	M 40 x 1,5	31	4,3	9	27	45	
S 15-26.Q2	15													
S 17-36.Q2	17	26	35,6		MD 50-36.Q5	36	41	M 50 x 1,5	42,5		10	37,5	65	
S 20-36.Q2	20													
S 25-40.Q2	25	32	39,7		MD 55-40.Q5	40	45	M 55 x 1,5	47			42	77	
S 25-50.Q2		41	49,6	10	MD 70-50.Q5	50	56	M 70 x 1,5	59,5		12	52	100	
S 30-50.Q2	30													
S 30-60.Q2		46	59,6		MD 80-60.Q5	60	65	M 80 x 1,5	72			63	130	
S 35-60.Q2	35													
S 35-76.Q2		66	75,6	12	MD 110-76.Q5	76	92	M 110 x 2	90	6,3	14	79,5	190	
S 40-60.Q2	40	50	59,6	10	MD 80-60.Q5	60	65	M 80 x 1,5	72	4,3	12	63	130	
S 40-76-10.Q2		66	75,6		MD 95-76.Q5	76	82	M 95 x 2	84,5	6,3		79,5	150	
S 40-76-12.Q2				12	MD 110-76.Q5		92	M 110 x 2	90		14		190	
S 45-60.Q2	45	55	59,6	10	MD 80-60.Q5	60	65	M 80 x 1,5	72	4,3	12	63	130	
S 45-66.Q2			65,6		MD 85-66.Q5	66	72	M 85 x 1,5	76			69	130	
S 45-76.Q2		66	75,6	12	MD 110-76.Q5	76	92	M 110 x 2	90	6,3	14	79,5	190	
S 50-76-10.Q2	50	68		10	MD 95-76.Q5		82	M 95 x 2	84,5		12		150	
S 50-76-12.Q2				12	MD 110-76.Q5		92	M 110 x 2	90		14		190	
S 55-76.Q2	55			10	MD 95-76.Q5		82	M 95 x 2	84,5		12		150	
S 55-99.Q2		86	98,6	12	MD 130-99.Q5	99	110	M 130 x 2	110		14	103	220	
S 60-99.Q2	60													
S 75-99.Q2	75			10	MD 120-99.Q5		101	M 120 x 2					210	
S 100-132.Q2	100	114	131,6	14	MD 160-132.Q5	132	134	M 160 x 3	148		18	137,3	340	
S 110-132.Q2	110	120	131,7											
S 127-162.Q2	127	144	161,6	14,5	MD 190-162.Q5	162	167	M 190 x 3	176			166	440	

Таблица 58-703: IBC прецизионные лабиринтные уплотнения S и IBC прецизионные гайки MD для лабиринтных уплотнений

Другие размеры по запросу

Бесконтактные уплотнительные элементы серии S состоят из шлифованного плоскопараллельного стального кольца с радиально проходящим шлицем и установленных в нем фрикционных дисков из пружинной стали, окруженных набивкой из консистентной смазки (GN62). При установке они вдавливаются через вводную фаску в отверстие согласованной для этого гайки серии MD для лабиринтных уплотнений или в отверстие корпуса и поэтому неподвижны. При этом сидящее на валу распорное кольцо (несущее кольцо) лабиринтного уплотнения поворачивается бесконтактно по отношению к пластинам. Набивка консистентной

смазки в шлице препятствует осевому подходу пластин к стенкам. Благоприятно показали себя лабиринтные уплотнения около подшипников, которые предварительно зажимались при помощи их (упорный шарикоподшипник и 60°-радиально-упорный шарикоподшипник). Гайки с наружной резьбой MD для лабиринтных уплотнений могут также применяться отдельно для закрепления наружных колец подшипников или других деталей машин. Они требуют фиксации при помощи клея. Возможно также внешнее радиальное стопорение.

Монтаж IBC прецизионных стопорных гаек для предварительного зажима прецизионных подшипников

Основной областью применения этих прецизионных гаек является область прецизионного использования, особенно в секторе станкостроения или других высокоточных машин. Поэтому в следующем разделе рассматриваются определение моментов затяжки и действия при монтаже. При этом прецизионные стопорные гайки применяются с одной стороны, для предварительного зажима радиально-упорных шарикоподшипников или конических роликоподшипников, с другой стороны, для установки радиального зазора роликоподшипников с цилиндрическими роликами с коническим отверстием.

1. Подготовка

Необходимо обращать внимание на чистоту на месте проведения монтажа, а также на чистоту монтируемых узлов, таких как подшипники качения, промежуточные кольца, вал и гайки (отсутствие стружки, заусенец от шлифовки и изъязнов).

2. Контроль окружающих деталей

Для обеспечения прессовых посадок и прямоугольности посадки подшипника после монтажа подсоединительные детали должны быть проконтролированы на соответствие заданным размерам, а также на шероховатость. Промежуточные кольца следует проконтролировать на параллельность <2 мкм. Резьбу вала и гайки следует проверить перед монтажом на достаточную глубину навинчивания.

3. Монтаж

Вращающиеся внутренние кольца подшипников шпинделей имеют, как правило, глухую посадку на внутреннем кольце (прессовая посадка или горячая прессовая посадка). Эта глухая посадка применяется обычно у малых подшипников, где усилия прессования не так высоки. Для уменьшения трения поверхность вала смазывается при этом консистентной смазкой, маслом или монтажной пастой. Для облегчения монтажа внутреннее кольцо (у роликоподшипников с цилиндрическими роликами) или весь подшипник качения нагревается.

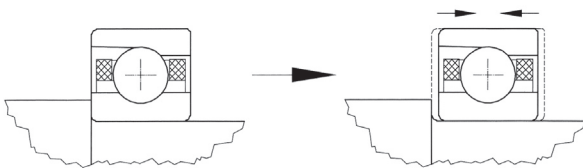
3.1 Монтаж после нагрева подшипников качения

Нагрев подшипников может осуществляться различными способами. Линейный коэффициент расширения у подшипников качения из 100Cr6 составляет приблизительно $\alpha = 12 \times 10^{-6}/K$.

$$\text{Тепловое расширение } \delta = 12 \times 10^{-6} \times d \times \Delta T \quad [1]$$

Например, для подшипника шпинделя 7020 с посадкой с натягом 2 мкм достаточен нагрев на $\Delta T = 30K$. В зависимости от скорости монтажа допускается дополнительная ΔT . Необходимо обязательно обращать внимание на то, чтобы нагрев не превышал 80°C.

После насаживания подшипников со значительной горячей прессовой посадкой следует обеспечить, чтобы подшипники были крепко притянуты к опорному буртику, так как подшипники после охлаждения дают не только радиальную, но и осевую усадку.



4. Стопорение подшипника

4.1 Усилия при запрессовке подшипников

Усилие для запрессовки или для съема кольца подшипника на валу с глухой посадкой может быть рассчитано следующим образом:

$$F_{\text{mont}} = \mu \times P_{\text{Oberf}} \times \pi \times d \times B \quad [2]$$

P_{Oberf}: поверхностное прессование [МПа = Н/мм²]

μ: коэффициент трения = 0,16

d: диаметр вала [мм]

B: ширина подшипника [мм]

Поверхностное прессование P_{Oberf} рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{\text{Oberf}} = \frac{E}{2} \times \frac{\Delta d}{d} \times \frac{(1-k^2)(1-k_0^2)}{1-(d_0/D_i)^2} \quad [3]$$

Δd: эффективный натяг [мм]

d: диаметр вала [мм]

E: модуль упругости сталь [МПа = Н/мм²]

k: соотношение толщины стенок внутреннего кольца $k = d/D_i$,

D_i: средний диаметр дорожки качения [мм]

k₀: соотношение толщины стенок полого вала d_0/d

d₀: отверстие полого вала [мм]

Для сплошных валов формула упрощается следующим образом:

$$P_{\text{Oberf}} = \frac{E}{2} \times \frac{\Delta d}{d} \times (1-k^2) \quad [4]$$

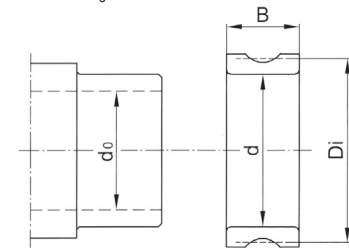
Средний диаметр дорожки качения внутреннего кольца приближенно определяется по следующей формуле:

$$D_i = 0,21 (4d + D) \quad [5]$$

Пример: усилие при запрессовке для 7020.E.T.P2H.UL

(∅ 100 x 150 x 24) с 2 мкм натяга.

Диаметр полого вала d₀ = 80 мм



средний диаметр дорожки качения D_i

$$D_i = 0,21 \times (4 \times 100 + 150) = 115,5 \text{ мм}$$

$$P_{\text{Oberf}} = \frac{210000}{2} \times \frac{0,002}{100} \times \frac{\left[1 - \left(\frac{100}{115,5}\right)^2\right] \times \left[1 - \left(\frac{80}{100}\right)^2\right]}{1 - \left(\frac{80}{115,5}\right)^2}$$

$$= 0,36 \text{ МПа или Н/мм}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Усилие запрессовки } F_{\text{mont}} &= \mu \times P_{\text{Oberf}} \times \pi \times d \times B = \\ &= 0,16 \times 0,36 \times \pi \times 100 \times 24 = 434 \text{ Н} \end{aligned}$$

(Для сравнения для сплошного вала P_{Oberf} = 0,53 Н/мм² и усилие запрессовки = 639 Н)

Монтаж IBC прецизионных стопорных гаек для предварительного зажима прецизионных подшипников

Так как характер трения может быть различным, то следует рассчитывать на коэффициент фиксации 3, так что у полого вала усилие запрессовки подшипника F_p может составлять 1300 Н, а у сплошного вала - 1917 Н.

4.2 Расчет момента затяжки гаек Т

Момент затяжки гаек Т может быть определен из суммы необходимого момента затяжки для запрессовки подшипников T_a и момента для предварительного зажима подшипников M_D .

$$T = T_a + M_D \quad [6]$$

$$T_a = F_p \left[\tan(\phi + \psi) \frac{d_2}{2} + \mu_A \frac{D_m}{2} \right] \quad [7]$$

$$F_p = 3 \times F_{mont} \quad [8]$$

ϕ : угол подъема резьбы, $\tan \phi = \frac{p}{\pi \times d_2}$

ψ : угол трения

d_2 : средний диаметр резьбы = $d - 0,6495 \times p$ [мм]

d : номинальный диаметр резьбы [мм]

μ_A : коэффициент трения поверхности прилегания гайки

D_m : средний диаметр опорной поверхности головки гайки [мм]

p : шаг [мм]

μ : коэффициент трения между гайкой и поверхностью прилегания (~ 0,14)

Необходимый момент затяжки M_D для подшипников ориентируется на необходимый предварительный натяг F_v [Н] и приближенно может быть определен по следующей формуле:

$$M_D = 3 \times d \times F_v \times K_{Fv} \times 10^{-4} \text{ [Nm]} \quad [9]$$

K_{Fv} : Константа расположения подшипника при F_v отдельного подшипника = 1 у подшипниковых узлов с F_v предварительного натяга для узла

<>	DB	1	<<>>	QBC	2
<<>	TBT	1,36	<<<<>	PBT	1,71
<<<>	QBT	1,57	<<<<>>	PBC	2,42

4.3 Пример

Комплект подшипников 7020.E.T.P2H.DBL с предварительным натягом 630 Н предварительно зажимается прецизионной стопорной гайкой MMR 100 на полом валу с внутренним диаметром 80 мм и натягом 2 мкм. Для гайки MMR 100 получаются следующие промежуточные значения:

$$\tan \psi = \frac{\mu}{\cos \alpha} = \frac{0,14}{\cos 30^\circ} = 0,162 \Rightarrow \psi = 9,18^\circ$$

$$\tan \phi = \frac{2}{\pi} \times 98,7; \phi = 0,3696^\circ$$

D_m гайки = 110 мм

$$T_a = F_p \left[\tan(0,3696 + 9,18) \frac{98,7}{2} + 0,14 \frac{110}{2} \right]$$

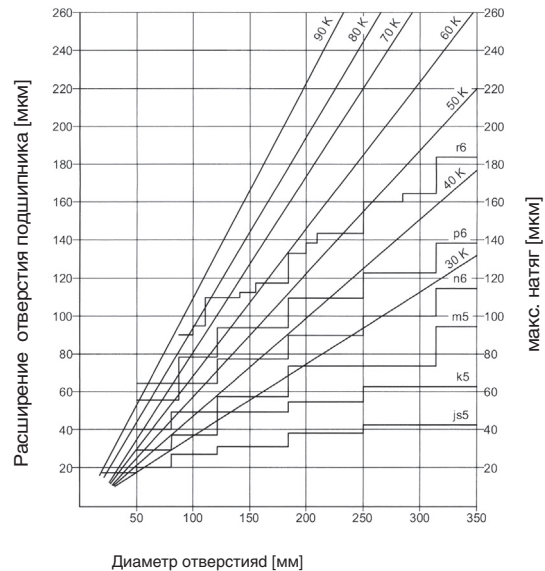
$$= 16,0 \times F_p \text{ [Нмм]} \text{ или } 0,016 \times F_p \text{ [Нм]} = 0,016 \times 3 \times 434 = 20,8 \text{ Нм}$$

$$M_D = 3 \times 100 \times 630 \times 1 \times 10^{-4} = 18,9$$

$$T = T_a + M_D = 20,8 + 18,9 = 39,7 \text{ Нм}$$

Для избежания слишком высоких усилий при запрессовке и моментов затяжки при монтаже, необходимо перед монтажом нагреть подшипники качения.

Это особенно рекомендуется, если комплект подшипников качения предварительно зажат прецизионной стопорной гайкой. Из следующего графика в соответствии с диаметром подшипника качения и желаемой посадкой можно определить необходимое повышение температуры.



Необходимая разность температур [K] для монтажа внутреннего кольца

4.4 Момент затяжки посредством контактного напряжения

Другая возможность прийти к макс. допустимым осевым нагрузкам и, тем самым, к усилиям предварительного зажима и моментам затяжки подшипников учитывает макс. боковое контактное напряжение около 10 Н/мм². При этом значении не происходит уплотнения дорожки качения (>Таблица Каталога подшипников качения). Для представленных в этом каталоге прецизионных стопорных гаек с соответствующим шагом в данном примере значение составляло бы 119 Нм. Для избежания или уменьшения явления осадки (к осевой плоскости прилегания при охлаждении после теплового насаживания), целесообразна затяжка с трехкратным моментом с последующим ослаблением и с повторной затяжкой с номинальным моментом. Для случаев, где работают с относительно большим натягом, следует применять первый метод расчета.

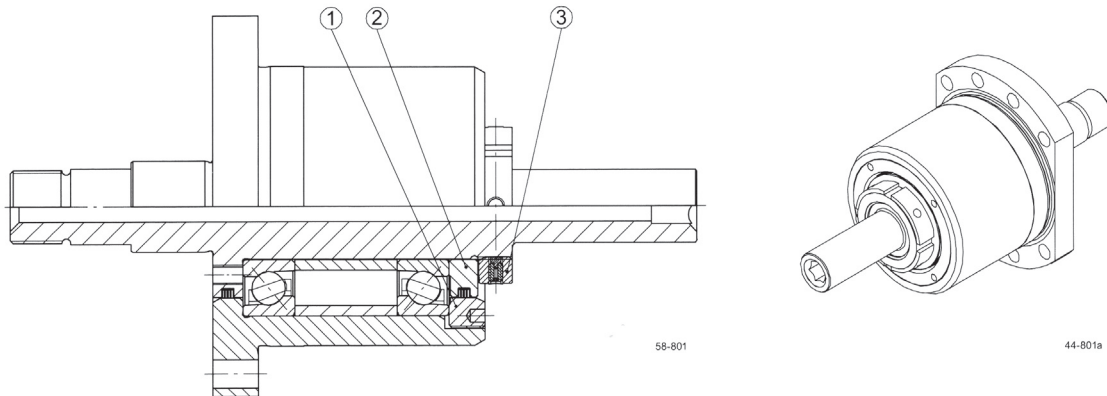
5. Установка радиального зазора роликоподшипников с цилиндрическими роликами с коническим отверстием с конусом 1:12:

При расчете осевого пути насаживания следует учитывать то, что из-за выглаживания поверхностей и из-за упругого поведения полого шпинделя осевой путь перемещения примерно в 15 раз больше, чем радиальное расширение внутреннего кольца подшипника.

Значение оптимальной установки зазора и предварительного натяга зависит от частоты вращения.

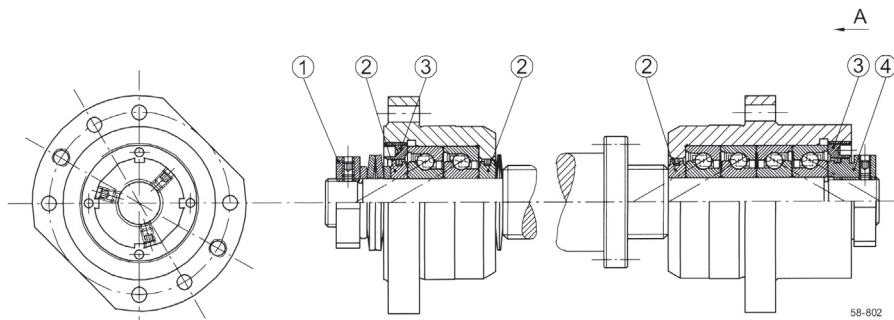
Примеры применения IBC прецизионных стопорных гаек и лабиринтных уплотнений

1. Предварительный зажим опорного узла ножевого вала



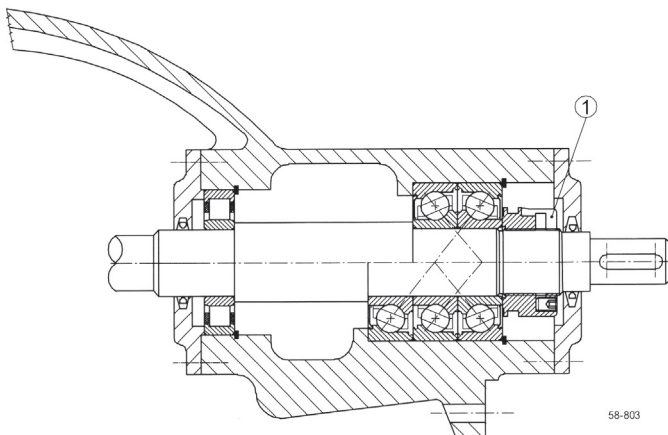
- ① гайка для лабиринтных уплотнений MD 80-60.Q5
- ② лабиринтное уплотнение S 35-60.Q2
- ③ прецизионная стопорная гайка MMR 35

2. Шарико-винтовая пара с опорными узлами с обеих сторон, с пружинным предварительным зажимом, с лабиринтными уплотнениями и фиксируемыми затяжными гайками.



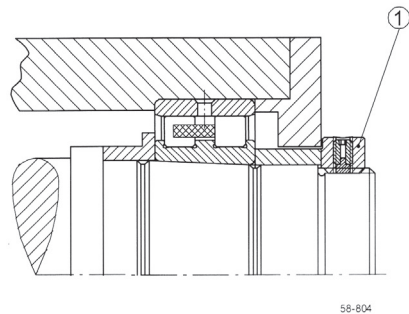
- ① прецизионная стопорная гайка MMR 40
- ② лабиринтное уплотнение S 40-60.Q2
- ③ гайка для лабиринтных уплотнений MD 80-60.Q5
- ④ лабиринтная шлицевая гайка MMRS 40-60.Q2

3. Предварительный натяг опорного узла насоса



- ① прецизионная стопорная гайка MBA 30

4. Установка радиального зазора роликоподшипника с цилиндрическими роликами с коническим отверстием над согласованными промежуточными кольцами



- ② прецизионная стопорная гайка MMR 100