

Датчики крутящего момента
М40А
Руководство по эксплуатации

ООО «ТИЛКОМ»

ул. П. Бровки 17, оф. 401

Минск, Беларусь

220072

Тел.: +375 29 6644966

Тел/факс.: +375 17 3921183

E-mail: info@tilkom.com

www.tilkom.com

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ДАТЧИКА.....	3
1.1 Назначение.....	3
1.2 Устройство и принцип работы	3
1.3 Технические характеристики	6
1.3.1 Электрические и метрологические параметры.....	7
1.3.2 Параметры устойчивости к климатическим и механическим внешним воздействиям	9
1.3.3 Механические параметры датчиков М40А и эксплуатационные ограничения	9
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	13
2.1 Эксплуатационные ограничения	13
2.2 Меры безопасности	13
2.3 Монтаж.....	13
2.4 Электрические соединения	15
2.5 Порядок работы	16
3 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.....	17
4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	17
5 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.....	17
6 УТИЛИЗАЦИЯ.....	17
7 СОДЕРЖАНИЕ ДРАГМЕТАЛЛОВ	17
8 ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	19
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	21

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с устройством, принципом действия и правилами использования датчика крутящего момента М40А (датчиком крутящего момента) и удостоверяет гарантированные предприятием-изготовителем параметры и технические характеристики.

Эксплуатация датчиков крутящего момента должна осуществляться персоналом, знакомым с общими правилами работы с измерительным электронным оборудованием.

ВНИМАНИЕ! Перед установкой и включением датчика изучите настоящее руководство по эксплуатации.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ДАТЧИКА

1.1 Назначение

Датчики крутящего момента М40А предназначены для измерения статического и динамического крутящего момента в приводах машин, испытательных и обкаточных стендах на вращающихся и неподвижных валах. Датчики М40А измеряют крутящий момент, действующий по часовой стрелке или против часовой стрелки при любом направлении вращения. Встроенная система измерения частоты вращения обеспечивает непрерывное измерение скорости вращения. Поставляемое в комплекте с датчиком программное обеспечение позволяет определять передаваемую датчиком механическую мощность в текущем режиме измерений.

Номинальный диапазон измерения: $-M_E \dots +M_E$, где M_E – верхний предел измерений датчика¹.

Датчики М40А имеют расширенный диапазон измерений: $-1,07 \cdot M_E \dots +1,07 \cdot M_E$. Знак "плюс" соответствует кручению по часовой стрелке, знак "минус" — кручению против часовой стрелки.

Обозначение датчика состоит из названия серии "М40А" и величины верхнего предела измерений, разделенных знаком " – ". При этом, моменты от 1000 Н·м включительно указываются в кН·м с добавлением индекса "к".

Примеры условных обозначений:

датчика крутящего момента М40А с верхним пределом измерений 800 Н·м:

М40А – 800

датчика крутящего момента М40А с верхним пределом измерений 1500 Н·м:

М40А – 1,5к

Верхний предел измерений датчика М40А выбирается из ряда приведенного в табл. 1

Табл. 1 – Верхние пределы измерений датчиков М40А, Н·м

5	6	8	10	12	15	20	25	30	40
50	60	80	100	120	150	200	250	300	400
500	600	800	1к *	1,2к	1,5к	2к	2,5к	3к	4к
5к									

* – Индекс "к" обозначает "кН·м".

1.2 Устройство и принцип работы

Общий вид датчика крутящего момента показан на рис. 1. Датчик состоит из вращающейся части – ротора и неподвижной части – статора. Датчик состоит из вращающейся части – ротора и неподвижной части – статора.

Ротор (рис.2) включает в себя первичный измерительный преобразователь торсионного типа, с наклеенными на нем тензорезисторами, электронный блок (усилитель, АЦП, передатчик), катушку воздушного трансформатора питания и передачи данных, фотоэлектрический приёмник датчика частоты вращения.

Статор (рис. 3) имеет корпус, на котором смонтировано разъёмное кольцо воздушного трансформатора питания и приёма данных. Внутри корпуса размещен электронный модуль приемника сигнала, генератор питания и инфракрасный излучатель датчика частоты вращения. Корпус оснащен установочными фланцами с отверстиями.

С помощью гладких концов вала ротор датчика встраивается в валопровод исследуемой машины или испытательного стенда. Статор устанавливается на неподвижной опоре таким образом, чтобы предотвратить его вращение во время работы. В процессе работы ротор датчика подвергается нагружению крутящим моментом, в результате чего происходит деформирование тензоэлемента и возникает разбаланс тензометрической мостовой схемы (тензомоста). Выходной сигнал тензомоста усиливается и преобразуется в цифровой код с кодировкой Манчестер II. В цифровой код также преобразуются сигналы датчика частоты вращения, датчика температуры ротора и идентификационный номер ротора датчика.

Датчик крутящего момента имеет в своем составе систему измерения частоты вращения оптоэлектронного типа, состоящего из инфракрасного излучателя и фотоприемника. Излучатель установлен на статоре, фотоприемник – на роторе. При вращении ротора инфракрасный фотоприёмник ротора периодически попадает в зону излучения излучателя, установленного на статоре, в результате чего на

¹ Под верхним пределом измерений понимается также "Номинальный измеряемый крутящий момент" датчика.

выходе инфракрасного фотоприемника генерируется один импульс за один оборот ротора. Измерение частоты вращения производится методом измерения длительности периода вращения, путем заполнения периода вращения высокочастотными импульсами (не менее 4000 импульсов в секунду) и последующим их подсчетом. Алгоритм построен таким образом, что на частотах вращения менее 60 об/мин. время измерения равно периоду вращения, а на частотах выше 60 об/мин время измерения составляет 1...2 сек., приближаясь к 1сек. с ростом частоты вращения. Благодаря высокой частоте заполнения периода вращения, погрешность измерения частоты вращения не превышает 0,1%. На выходе цифровых декодеров информация о частоте вращения имеет цифровой вид и входит в состав комплексного цифрового сигнала. На аналоговом или частотном выходах (декодеры Т24, Т23) формируются импульсы напряжения, в зависимости от модификации декодера равные 1, 60 или, 120 импульсам за один оборот ротора.

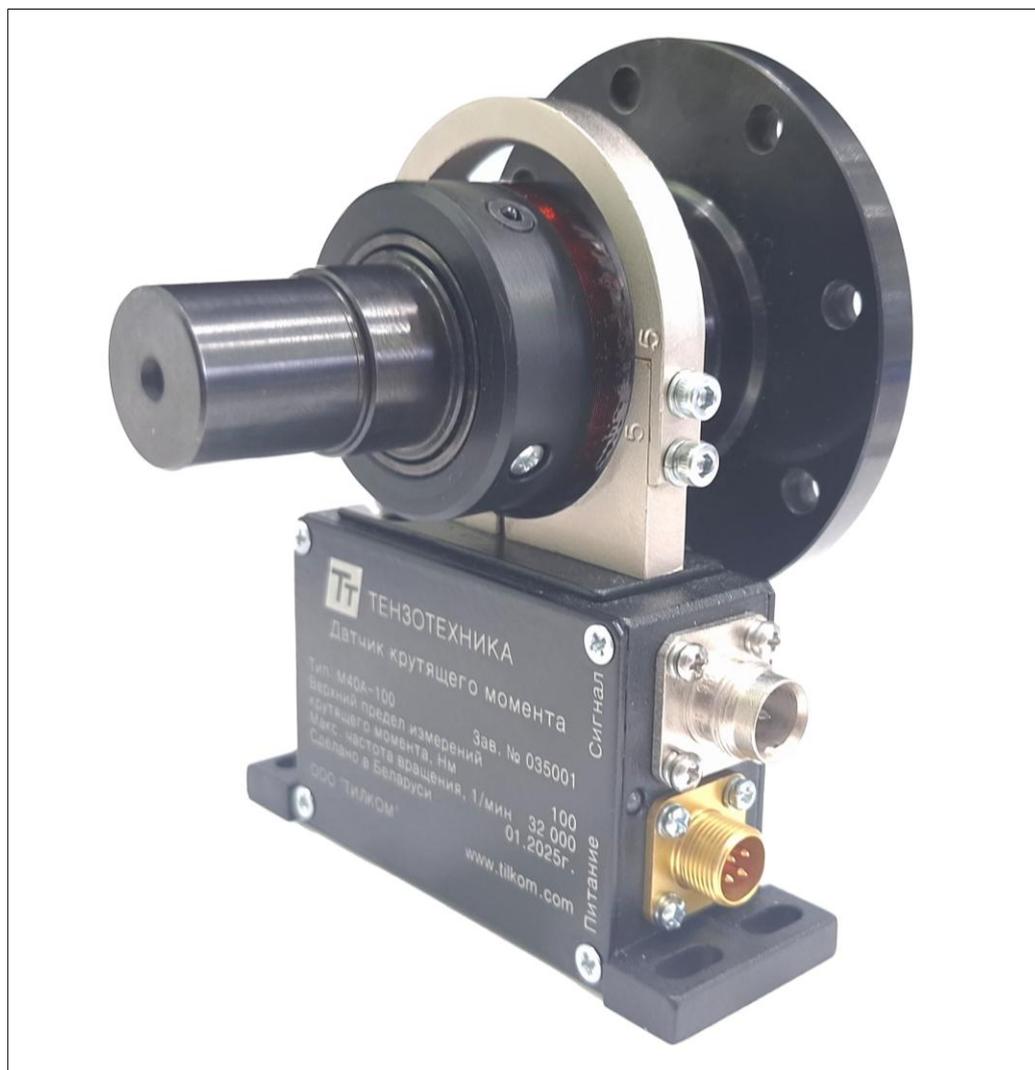


Рис. 1 – Внешний вид датчика М40А



Рис. 2 – Ротор датчика M40A



Рис. 3 – Статор датчика M40A

1.3 Технические характеристики

Доступные варианты выходных сигналов/интерфейсов и модели вторичных устройств, обеспечивающих их приведены в табл.

Габаритные и установочные размеры статора и ротора датчиков приведены на рисунках 5 – 7

Табл. 2 – Выходные сигналы/интерфейсы вторичных устройств

Выходной сигнал/интерфейс	Декодер ¹⁾	Блок индикации T42 ²⁾
USB (WinUSB Device)	T45	T42
USB-VCOM	–	
Ethernet	–	
CAN	–	
RS-485	T46/RS-485	
RS-232	T46/RS-232	
±5 В, ±10 В	T24/±5 В, T24/±10 В	
4...20 мА активный	T24/4...20 мА	
4...20 мА пассивный	–	
10±5 кГц 60±30 кГц 120±60 кГц	T23/10±5 кГц T23/60±30 кГц T23/120±60 кГц	
<p>¹⁾ Декодер обеспечивает один выходной сигнал выбор (указывается при заказе).</p> <p>²⁾ По умолчанию блок индикации T42 обеспечивает один выходной сигнал на выбор, но может поставляться с комбинацией цифрового (USB, RS-485) и аналогового выхода (указывается при заказе).</p>		

1.3.1 Электрические и метрологические параметры

Класс точности		0,1
Пределы основной допускаемой приведенной погрешности измерения крутящего момента, включая нелинейность и гистерезис	% от M _E	±0,1
Пределы дополнительной допускаемой приведенной погрешности измерения крутящего момента, вызванной уходом нуля от изменения температуры окружающей среды на 10°C	% от M _E	±0,05
Разрядность АЦП	бит	16
Частота дискретизации	кГц	5
Напряжение питания постоянного тока	В	12 ...30
Мощность потребления (датчика совместно с инжектором), не более	Вт	5
Идентификация датчика		автоматическая
Цифровой выход USB (WinUSB Device) ¹⁾		
Интерфейс		USB 2.0
Скорость передачи данных (Full-Speed)	Мбит/с	12
Протокол передачи данных		TILKOM
Формат данных		float, fixed point
Цифровой выход USB-VCOM (USB-CDC, Virtual COM Port) ¹⁾		
Интерфейс		USB 2.0
Скорость передачи данных (Full-Speed)	Мбит/с	12
Протокол передачи данных		TILKOM, MODBUS RTU
Формат данных		float, fixed point
Цифровой выход Ethernet ¹⁾		
Интерфейс		10 / 100 Base-TX
Скорость передачи данных	Мбит/с	10, 100
Транспортный уровень		TCP
Протокол передачи данных		TILKOM, MODBUS TCP
Формат данных		float, fixed point
Цифровой выход CAN ¹⁾		
Интерфейс		CAN2.0B
Скорость передачи данных	кбит/с	125, 250, 500, 1000
Программируемый адрес на шине		+
Режим работы		пассивный, активный
Формат данных		float, fixed point
Цифровой выход RS-485 ¹⁾		
Интерфейс		RS485
Скорость передачи данных	бод	2 400 – 115 200
Протокол		MODBUS RTU
Проверка четности		+
Программируемый адрес на шине		+
Формат данных		float, fixed point
Цифровой выход RS-232 ¹⁾		
Интерфейс		RS232
Скорость передачи данных	бод	2 400 – 115 200
Протокол		TILKOM
Проверка четности		+
Формат данных		float, fixed point

Аналоговый выход ± 5 В (± 10 В) ¹⁾		
Номинальное выходное напряжение при действии крутящего момента равного положительному верхнему пределу измерений отрицательному верхнему пределу измерений нулю	В	+5 (+10) -5 (-10) 0
Электрическое сопротивление нагрузки, не менее	кОм	10
Аналоговый выход 4...20 мА ¹⁾		
Номинальный вытекающий ток при действии крутящего момента равного положительному верхнему пределу измерений отрицательному верхнему пределу измерений нулю	мА	20 4 12
Электрическое сопротивление нагрузки активного токового выхода, не более	Ом	100
Частотный выход 10 ± 5 кГц (60 ± 30 кГц, 120 ± 60 кГц) ¹⁾		
Номинальная выходная частота при действии крутящего момента равного положительному верхнему пределу измерений отрицательному верхнему пределу измерений нулю	кГц	15 (90) (180) 5 (30) (60) 10 (60) (120)
Амплитуда выходного напряжения (симметричный меандр)	В	5 ± 1
Параметры канала частоты вращения датчика		
Импульсный выход 1 импульс / мин⁻¹ (по умолчанию)		
Номинальное кол-во импульсов при частоте вращения равной нулю N_{MAX} ²⁾		0 N_{MAX}
Электрическое сопротивление нагрузки, не менее	кОм	10
Амплитуда выходного напряжения (меандр)	В	$3,3 \pm 0,5$
Аналоговый выход 0...5 В (0...10 В)		
Номинальное выходное напряжение при частоте вращения равной нулю N_{MAX} ²⁾	В	0 5 (10)
Электрическое сопротивление нагрузки, не менее	кОм	10
Аналоговый выход 4...20 мА		
Номинальный вытекающий ток при частоте вращения равной нулю N_{MAX} ²⁾	мА	4 20
Электрическое сопротивление нагрузки активного токового выхода, не более	Ом	100
¹⁾ При заказе вторичного устройства с данным выходом. ²⁾ По умолчанию N_{MAX} – максимально допустимая частота вращения подключенного датчика. При необходимости может изменяться в настройках блока индикации Т42.		

1.3.2 Параметры устойчивости к климатическим и механическим внешним воздействиям

Диапазон температур окружающей среды	°С	+5...+50
Относительная влажность, не более	%	80 при 35°С
Атмосферное давление	мм рт.ст.	630...800
Диапазон температур окружающей среды в транспортной таре	°С	-10...+70
Относительная влажность в транспортной таре, не более	%	95 при 30°С
Допускаемая амплитуда виброускорений в диапазоне 10...55Гц в течение 1 часа	м/с ²	40
Допускаемое количество ударов с пиковым ударным ускорением 400 м/с ² и длительностью ударного воздействия до 10 мс		1000
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015		IP 40

1.3.3 Механические параметры датчиков М40А и эксплуатационные ограничения

М _Е , Н·м	F _А , кН	F _Р , Н	М _В , Н·м	G _{ТОР} , кН·м/рад	n _{МАХ} , об/мин	M _{МАХ} , % от М _Е	m _Р , кг	m _{СТ} , кг
5...10	0,5	10	0,5	1,0	32 000	150	0,4	0,2
12...30	1,0	30	2,0	3,7	32 000		0,4	0,2
40...120	1,5	80	10,0	17,9	32 000		0,6	0,2
150...300	3,0	120	20,0	43,9	32 000		0,9	0,2
400...1к*	8,0	600	80,0	188,7	24 000		2,3	0,4
1,2к ...2,5к	16,0	1 000	150,0	381,0	24 000		4,2	0,4
3к...5к	28,0	2 000	300,0	994,3	20 000		8,3	0,5

М_Е – верхний предел измерений датчика,

F_А – предельно допустимая осевая сила, приложенная к ротору,

F_Р – предельно допустимая радиальная сила, приложенная к ротору,

М_В – предельно допустимый изгибающий момент, приложенный к ротору,

G_{ТОР} – расчетная жесткость ротора при кручении,

n_{МАХ} – максимально допустимая частота вращения,

M_{МАХ} – предельно допустимый крутящий момент,

m_Р – масса ротора,

m_{СТ} – масса статора.

* – Индекс "к" обозначает "кН·м".

Допустимые величины внешних нагрузок (осевой и радиальной сил, изгибающего момента), действующих на ротор, взаимосвязаны. Увеличение любой из нагрузок требует пропорционального уменьшения двух других. Указанная зависимость проиллюстрирована на рис. 4.

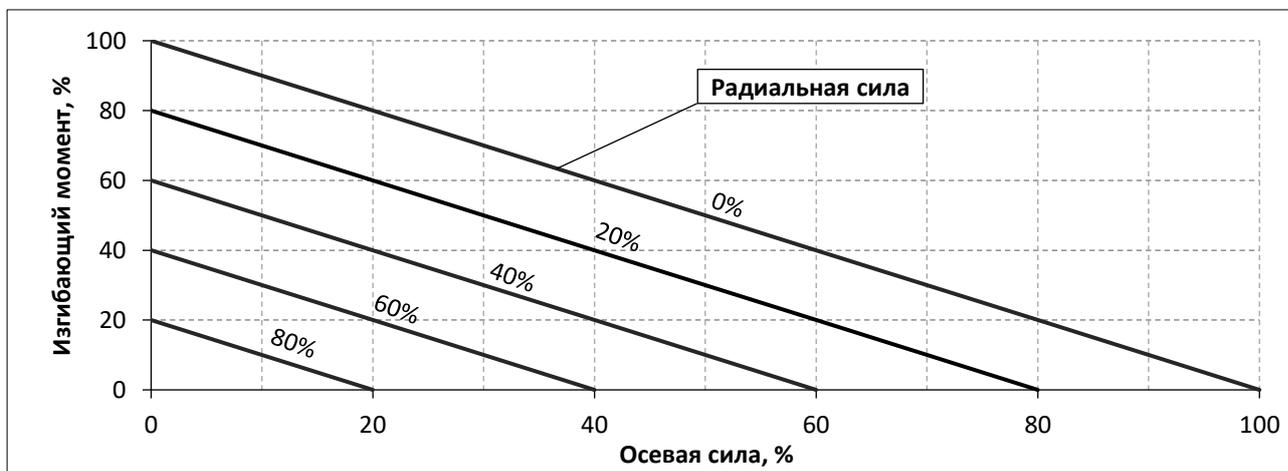


Рис. 4 – Предельно допустимые для датчиков М40А сочетания внешних нагрузок

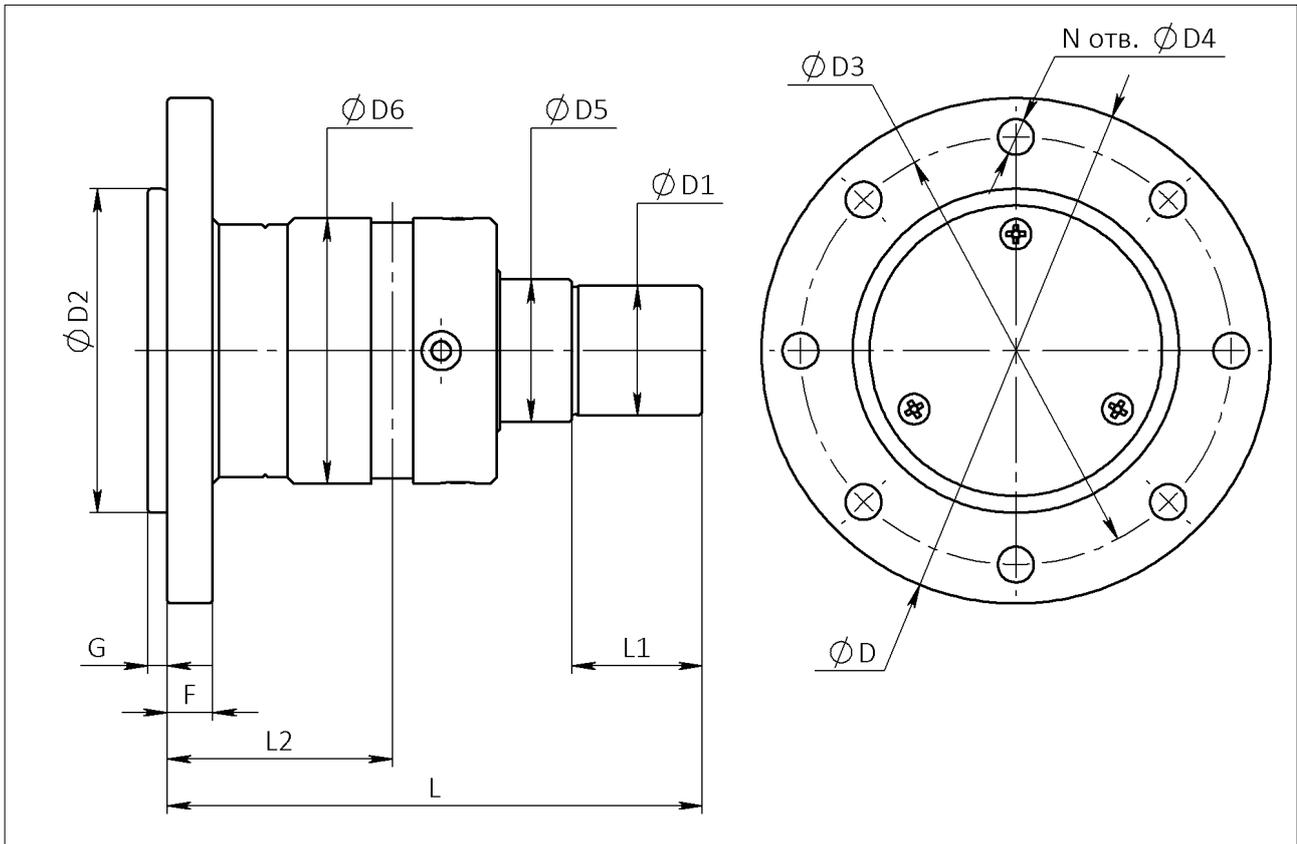


Рис. 5 – Ротор М40А. Габаритные и установочные размеры, мм

$M_E, H \cdot m$	$L1$	$\varnothing D1$	G	$\varnothing D2$	$\varnothing D3$	N	$\varnothing D4$	$\varnothing D5$	$\varnothing D6$	L	$\varnothing D$	F
5... 30	20,0	$\varnothing 15g6$	2,5	$\varnothing 40g6$	50	8	4,5	20,5	32	81,5	60	5,5
40... 120	20,0	$\varnothing 20g6$	3,0	$\varnothing 50g6$	66	8	5,5	22,0	41	82,0	78	7,0
150... 300	24,0	$\varnothing 24g6$	3,0	$\varnothing 60g6$	76	8	6,4	30,0	46	86,0	90	7,0
400... 1к	35,0	$\varnothing 40g6$	3,0	$\varnothing 80g6$	104	12	8,5	47,0	62	100,0	122	12,0
1,2к... 2,5к	75,0	$\varnothing 50g6$	3,0	$\varnothing 90g6$	120	12	10,5	56,0	72	146,0	142	14,0
3к... 5к	110,0	$\varnothing 70g6$	3,0	$\varnothing 110g6$	150	16	13,0	77,0	92	196,0	175	16,0

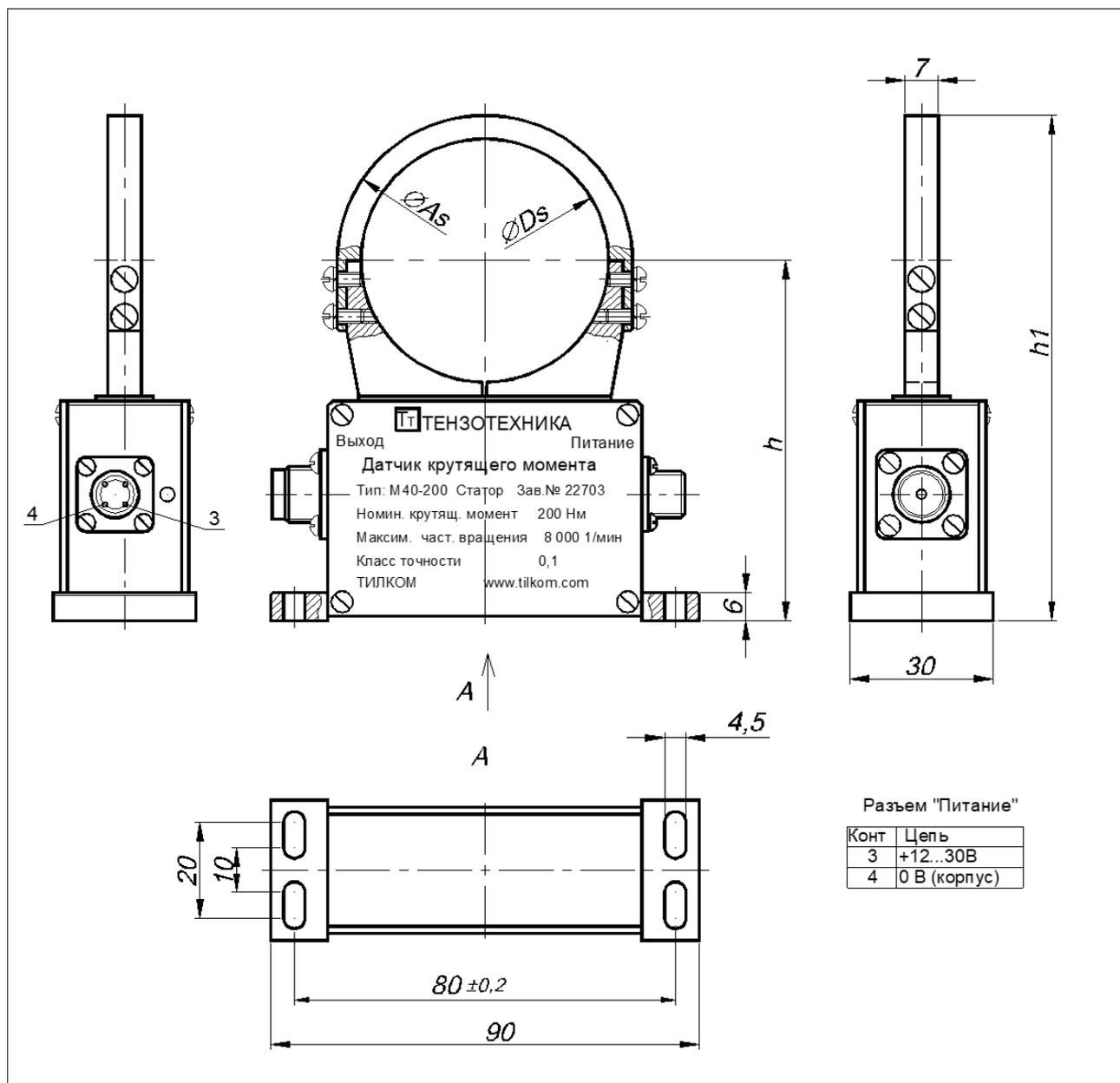


Рис. 6– Статор М40А-5... М40А-300. Габаритные и установочные размеры, мм

$M_E, \text{Н}\cdot\text{м}$	$\varnothing A_s$	$\varnothing D_s$	h	h_1
5...30	47	37	69,5	93
40...120	57	47	74,5	103
150...300	62	52	77,0	108

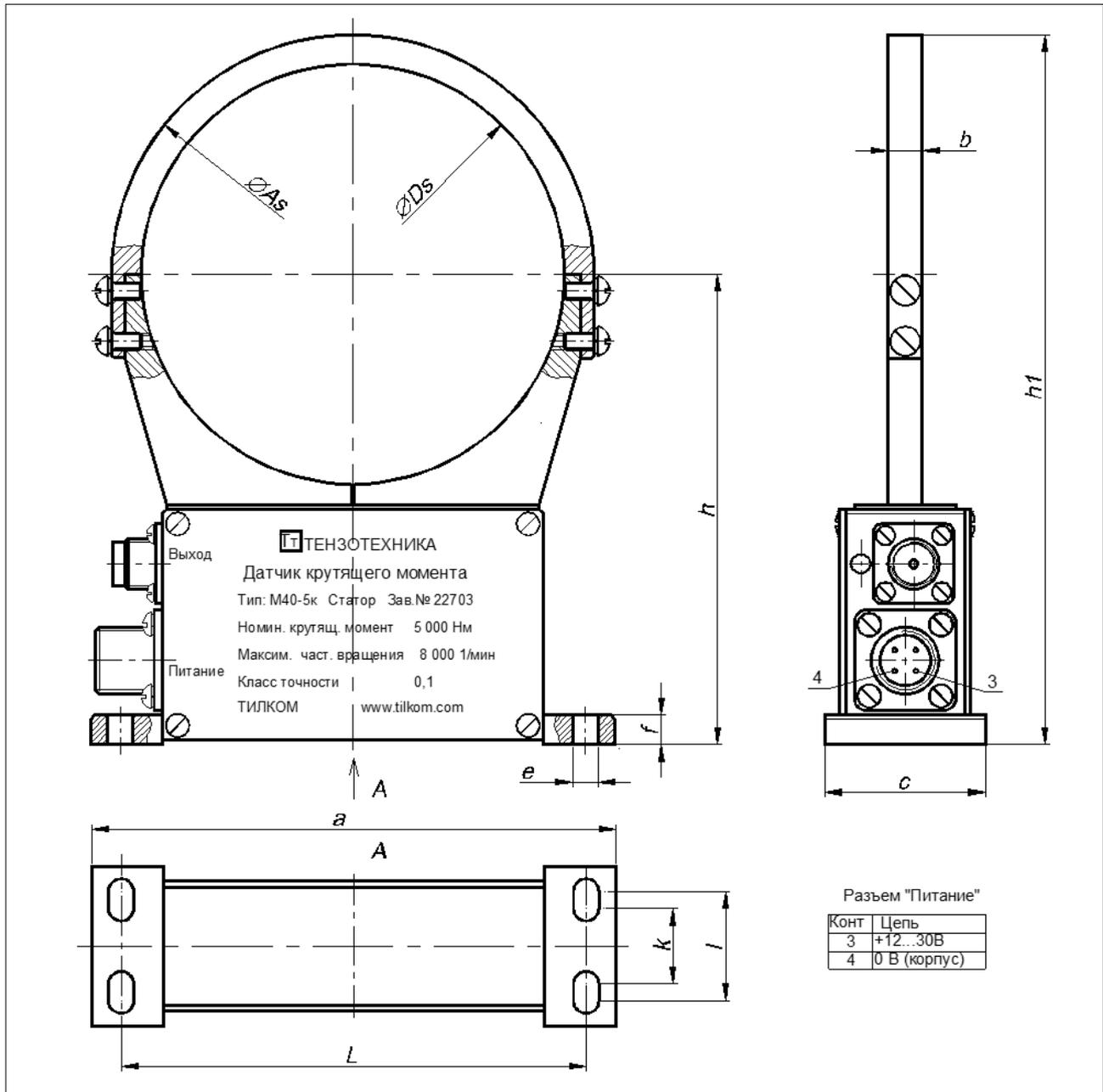


Рис. 7 – Статор М40А-400... М40А-5к. Габаритные и установочные размеры, мм

M_E , Н·м	$\varnothing A_s$	$\varnothing D_s$	L	a	b	c	e	f	h	h_1	k	l
400...1.2к	84	70	110 \pm 0,1	124	8	38	6,0	7	96,0	138	18	26
1,5к...2.5к	94	80	110 \pm 0,1	124	8	38	6,0	7	101,0	148	18	26
3к...6к	114	100	110 \pm 0,1	124	8	38	6,0	7	112,0	169	18	26

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

При установке датчика крутящего момента на объект между двумя жесткими опорами, имеющими несоосность или перекос осей, могут возникнуть чрезмерные осевые или радиальные силы и изгибающий момент, которые увеличивают погрешность измерения или приводят к деформации упругого элемента и выходу датчика из строя. Перегрузка датчика может также произойти вследствие тепловых деформаций, могущих возникнуть в процессе эксплуатации, при нагреве объекта испытаний. Предельно допустимые значения нагрузок приведены в пункте 1.3.3 настоящего РЭ. Контроль указанных нагрузок при монтаже датчиков и в ходе эксплуатации затруднен. Избежать нежелательного нагружения датчика радиальной и осевой силами и изгибающим моментом возможно путем применения компенсационных муфт.

Рекомендуется использовать дисковые компенсационные муфты МВ или сильфонные муфты, которые имеют высокую крутильную жесткость при значительной осевой и угловой податливости. Технические характеристики, габаритные и установочные размеры дисковых компенсационных муфт серии МВ приведены в **Приложении 1**. Модельный ряд муфт МВ разработан с учетом использования их для работы совместно с датчиками крутящего момента.

2.2 Меры безопасности

Мероприятия по безопасным методам эксплуатации датчиков М40А обеспечиваются общими требованиями к инструменту, с которым они используются. Напряжение питания датчиков не является опасным.

Эксплуатация датчиков крутящего момента должна осуществляться персоналом, знакомым с общими правилами работы с измерительным электронным оборудованием.

2.3 Монтаж

ВНИМАНИЕ! Не прикладывайте монтажные усилия к измерительной части ротора. Все усилия необходимо прикладывать к фланцу или концу вала.

Датчик крутящего момента М40А может работать в любом монтажном положении (горизонтальном, вертикальном или наклонном).

Монтаж датчика на испытательном стенде или ином объекте с применением компенсационных муфт показан на рисунке 9. Несοосность и перекос валов, присоединяемых к муфтам, не должна превышать допускаемых значений для применяемого типа муфт.

Статор датчика жестко устанавливается на корпус объекта, фиксируется винтами, таким образом, чтобы предотвратить смещение в процессе работы.

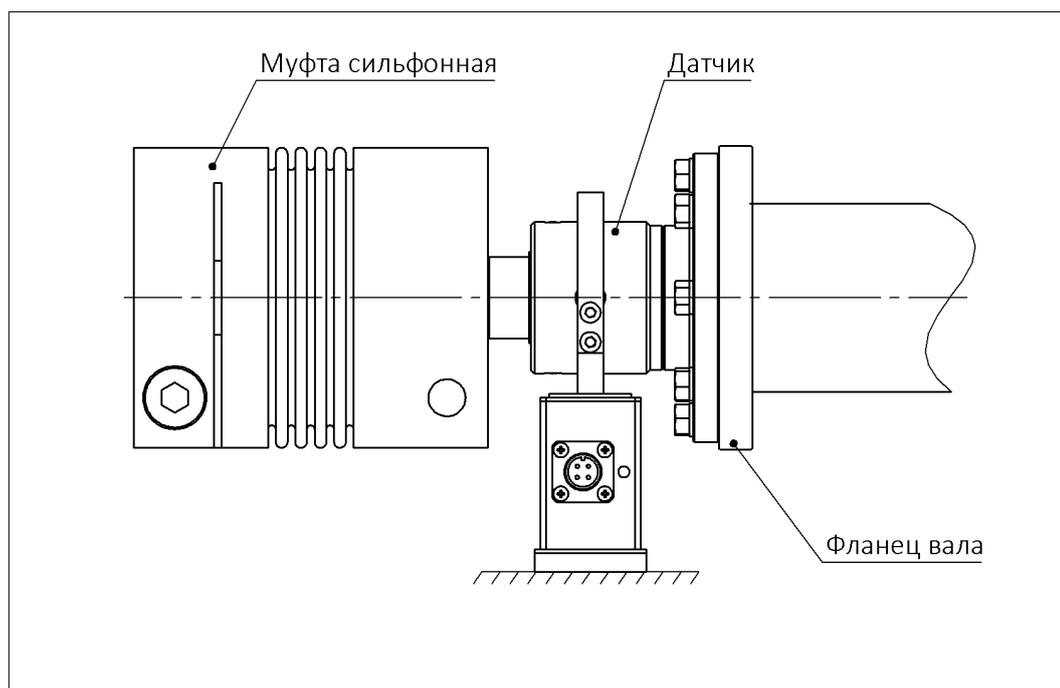


Рис. 8 – Установка датчика М40А с применением сильфонной муфты

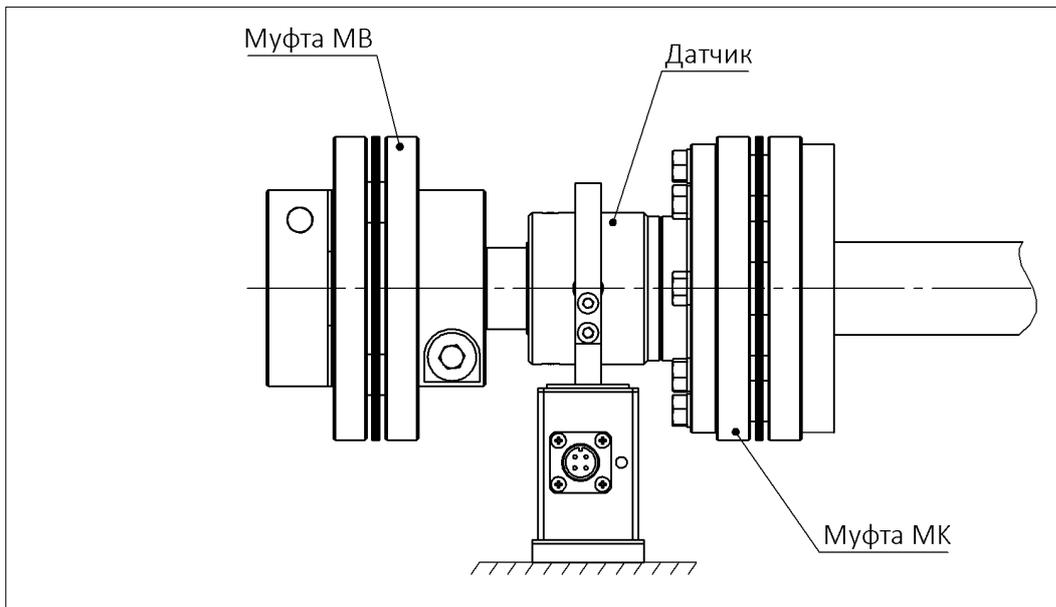


Рис. 9 – Установка датчика М40А с применением дисковых компенсационных муфт МВ и МК

При монтаже датчика М40А с применением компенсационных муфт МВ необходимо оценить допустимые величины углового, осевого и радиального смещений для данного типоразмера муфт (см. приложение 1).

Например:

Для монтажа датчика М40А-200 используются муфты МВ-02 и МК-02 (см. приложение), для которых:

- допустимый перекос осей $\Delta\varphi$ муфты МВ-02 (МК-02) – $0,8^\circ$;
- допустимое осевое смещение ΔX – $\pm 1,2$ мм от номинального положения;
- допустимое радиальное смещение Δr (расчет в прил. 1) – 1,43 мм.

Вышеприведенные значения перекоса и осевого смещения являются предельно допустимыми для каждого вида смещения по отдельности. Если при монтаже датчика имеет место одновременно перекос и осевое смещение, допустимые их значения должны лежать в пределах, ограниченных графиком на рис. 10.

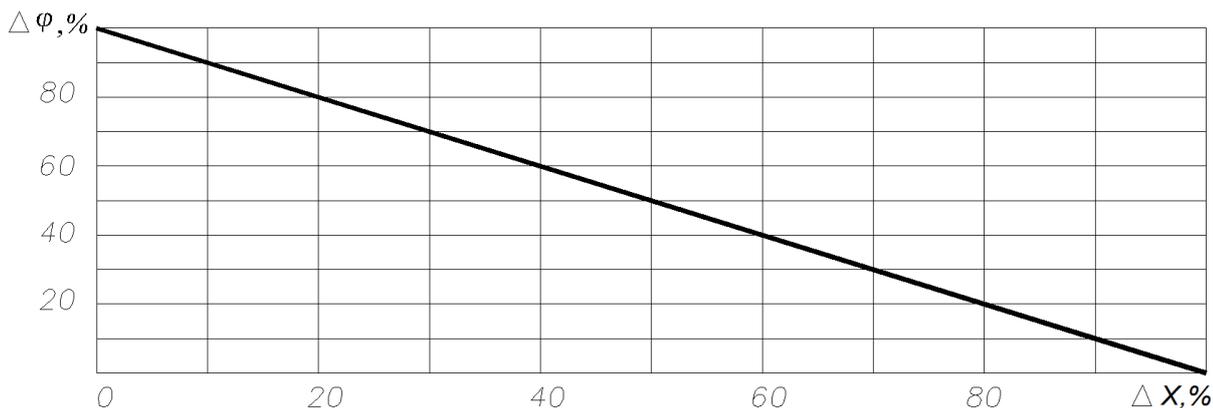


Рис. 10 – Допускаемые сочетания перекоса и осевого смещения компенсационных муфт МК

Например:

Если при монтаже датчика М40А-200 осевое смещение составило 0,6 мм (50% от предельно допустимого значения), то перекос осей должен быть не более 50% от предельно допустимого значения т.е. $0,4^\circ$, а максимальное радиальное смещение при этом может быть 0,71 мм.

После установки ротора с применением компенсационных муфт МК и МВ необходимо с помощью измерительных инструментов проконтролировать монтажные размеры и убедиться, что они находятся в пределах допусков. Превышение допустимых перекосов и смещений может привести к быстрому

выходу из строя компенсационных муфт. Уменьшение перекоса и осевого смещения способствует увеличению долговечности муфт.

ВНИМАНИЕ! Поверхности вала датчика и сопрягаемые поверхности должны быть сухими, чистыми, обезжиренными.

Статор датчика устанавливается таким образом, чтобы его кольцо охватывало катушку ротора с равномерным зазором и минимальным осевым смещением (смещение 1...2 мм допустимо) – рис.11. Кольцо статора, при установке, может быть рассоединено путем отвинчивания винтов, стягивающих полукольца. При правильной установке статора относительно ротора загорается светодиод, расположенный на корпусе статора.

ВНИМАНИЕ! Начиная с типоразмера 3к для работы датчика частоты вращения статор необходимо установить таким образом, чтобы инфракрасный светодиод статора и фотоприемник ротора находились с одной стороны (друг над другом).

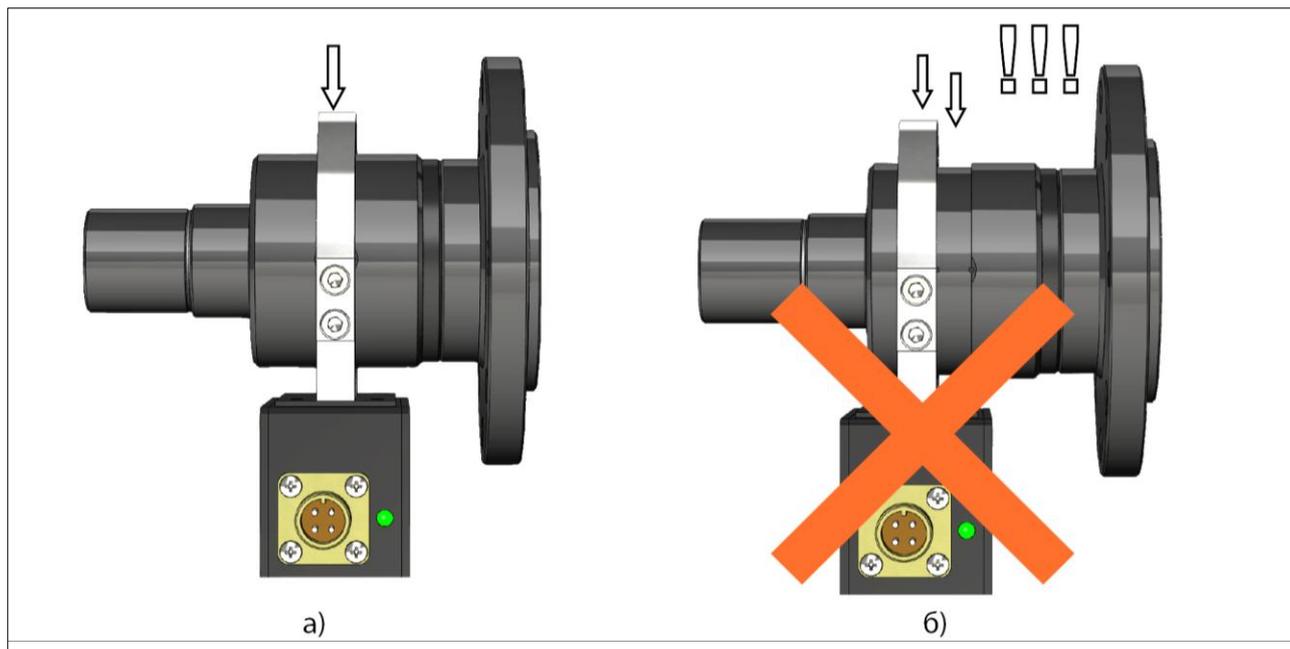


Рис. 11 – Расположение кольца статора относительно катушки ротора:
а – ПРАВИЛЬНОЕ, б – НЕПРАВИЛЬНОЕ

2.4 Электрические соединения

ВНИМАНИЕ! Перед включением датчика убедиться в отсутствии короткого замыкания в сигнальных кабелях. Проверку кабеля на наличие короткого замыкания производить только при обесточенном инжекторе и отключенном индикаторе или декодере, т.к. их вход может иметь низкое сопротивление, что может привести к ошибке при проверке.

ВНИМАНИЕ! В целях повышения помехозащищённости датчика не допускается прокладка сигнального кабеля датчика совместно с силовыми кабелями.

ВНИМАНИЕ! При использовании датчика в системах с преобразователем частоты (ПЧ) может наблюдаться нестабильность в работе датчика. Для снижения влияния электромагнитных помех, вызванных работой ПЧ, необходимо использовать рекомендуемый производителем ПЧ моторный дроссель (выходной реактор, синусоидальный фильтр).

Для подключения датчика М40А к блоку индикации или декодеру используется сигнальный кабель из комплекта поставки. Внешний вид кабеля и его условное обозначение показаны на рис. 12.



Рис. 12 – Сигнальный кабель: а – внешний вид, б – изображение на схемах

Схема подключения датчика М40А к вторичному оборудованию показана на рис. 13.

Разъем «**ВЫХОД**» на статоре датчика соединяется сигнальным кабелем с разъемом «**ВХОД**» блока индикации или декодера. При этом резьбовой разъем кабеля (СР50-155) соединяется с датчиком, байонетный разъем (СР50-74) – с блоком индикации или декодером.

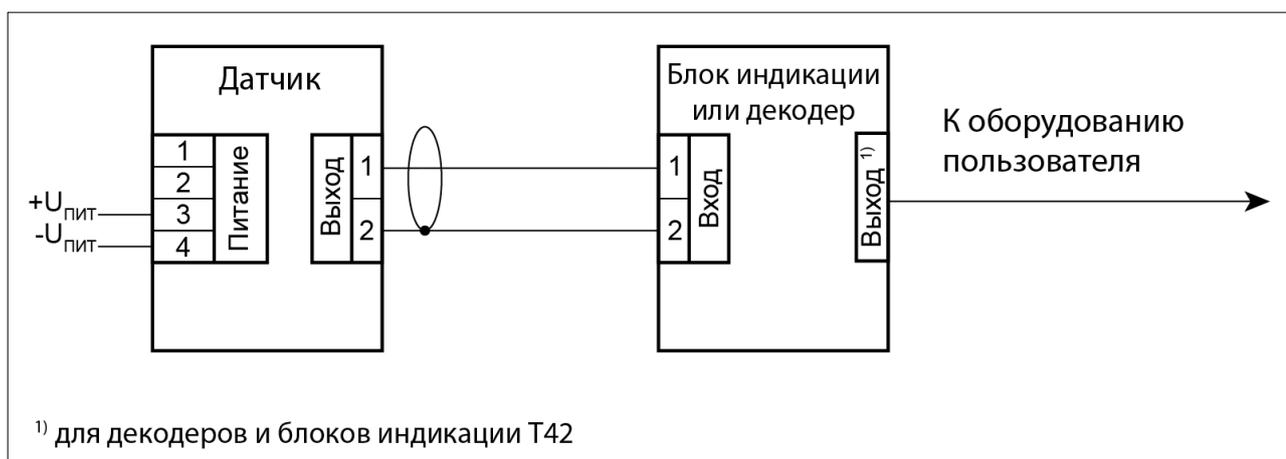


Рис. 13 – Схема подключения датчика М40А к вторичному оборудованию

К разъему «**ПИТАНИЕ**» статора подключается источник питания с выходным напряжением постоянного тока 12...30 В. Назначение контактов разъема «**ПИТАНИЕ**» приведено в табл. 3.

Табл. 3 – Назначение контактов разъема «**ПИТАНИЕ**»

Контакт	Назначение
1	не подключен
2	не подключен
3	напряжение питания +12...30 VDC
4	общий

ВНИМАНИЕ! Не допускается включение датчика при наличии короткого замыкания в сигнальном кабеле.

Если электрические соединения выполнены правильно, при включении питания светодиод на корпусе статора загорится зеленым светом.

2.5 Порядок работы

При использовании компьютера в качестве показывающего и регистрирующего прибора, включить электропитание датчика запустить программу мониторинга измерений на компьютере и производить измерения в соответствии с руководством оператора ПО «Датчик крутящего момента».

При использовании индикатора в качестве показывающего прибора, включить электропитание датчика и производить измерения и наблюдение измерений в соответствии с инструкцией по использованию блока индикации Т40 (Т42, Т41).

При каждом включении электропитания, перед проведением измерений, рекомендуется производить прогрев датчика в течение 1 – 2 минут.

Если непосредственно после монтажа датчика, при первом включении, наблюдается смещение нуля (в пределах $\pm 5\%$ от номинальной величины крутящего момента) и при этом отсутствует нагрузка датчика крутящим моментом, необходимо произвести регулировку. Регулировка смещения нуля

может быть выполнена с помощью соответствующей функции программного обеспечения, посредством соответствующей кнопки блока индикации.

ВНИМАНИЕ! Установка нуля осуществляется не в датчике, а в каждом подключенном регистрирующем устройстве (персональном компьютере, блоке индикации). Для предотвращения разночтений при одновременном использовании нескольких регистрирующих устройств, установку нуля следует производить во всех используемых устройствах одновременно при полностью разгруженном датчике.

3 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

При возникновении ошибок в работе датчика и/или декодера необходимо:

- 1) убедиться в целостности сигнальных кабелей, отсутствии короткого замыкания в них и надежном присоединении разъемов;
- 2) убедиться в наличии питания;
- 3) убедиться в отсутствии помех, наведенных на шине заземления.

Для индикации состояния датчика на его статоре установлен светодиодный индикатор. Сигналы индикатора и действия персонала описаны в табл. 4.

Искажение сигнала датчика может быть вызвано работой преобразователей частоты (или другого импульсного оборудования), особенно при их включении без фильтра. Для проверки работы датчика М40А следует включить его при выключенных источниках помех.

ВНИМАНИЕ! Если нормальную работу датчика восстановить не удалось – обратитесь к производителю оборудования.

Табл. 4 – Индикация состояния инжектора

Сигнал индикатора	Состояние устройства	Действия персонала (при необходимости)
зеленый	питание подключено, статор принимает сигнал ротора	-
красный	подключено питание, отсутствует сигнал ротора	проверить правильность расположения кольца статора относительно катушки ротора, убедиться в отсутствии помех, проверить затяжку винтов крепления кольца статора
отсутствует	нет питания	проверить подключение блока питания, целостность кабелей

4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Датчики М40А не требуют специального технического обслуживания.

5 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Датчики крутящего момента до введения их в эксплуатацию следует хранить на складах при температуре окружающего воздуха от 5 до 40°С и относительной влажности до 80% при температуре 25°С.

В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот, щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

Транспортирование датчиков производится любым видом транспорта в закрытых транспортных средствах.

Предельные климатические условия транспортирования приведены в пункте 1.3.2 настоящего РЭ.

6 УТИЛИЗАЦИЯ

Датчики не содержат опасных для жизни и вредных для окружающей среды веществ. Утилизация производится в порядке, принятом на предприятии-потребителе датчика.

7 СОДЕРЖАНИЕ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Датчики крутящего момента М40А не содержат драгметаллов.

8 ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Вместе с датчиком может быть заказано дополнительное оборудование.

Блок индикации **T42** для визуального контроля значений измеряемых величин с возможностью выбора цифрового или аналогового выхода:



Ethernet
USB
CAN
RS-485
RS-232
 ± 5 (10) В
4...20 мА (активный или пассивный)
10 \pm 5 кГц, 60 \pm 30 кГц, 120 \pm 60 кГц



Блоки индикации **T40** и **T41** (в пластиковом корпусе) для визуального контроля значений измеряемых величин.

Декодеры для получения требуемого выходного сигнала датчика (аналогового или цифрового):



USB
RS485
 ± 5 (10) В
4...20 мА (активный)
10 \pm 5 кГц



Сетевой адаптер 12... 30 В для питания датчика.



Тройник для сигнальных кабелей для подключения к датчику двух вторичных устройств (блока индикации и декодера).



Сигнальный кабель произвольной длины (до 100 м).



Муфты дисковые компенсационные **MB** для компенсации неточности монтажа и разгрузки датчика от паразитных нагрузок.

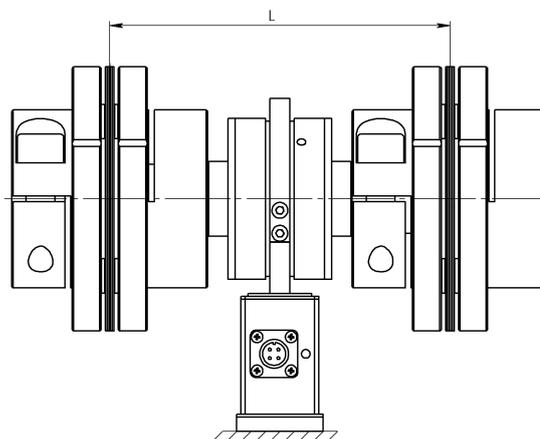
Муфты дисковые компенсационные МВ

Муфты дисковые серии МВ предназначены для компенсации осевых, радиальных, угловых смещений, температурных деформаций, возникающих при монтаже и в ходе эксплуатации датчиков крутящего момента вального типа. Муфты МВ имеют значительную осевую и угловую податливости, при высокой крутильной жесткости.

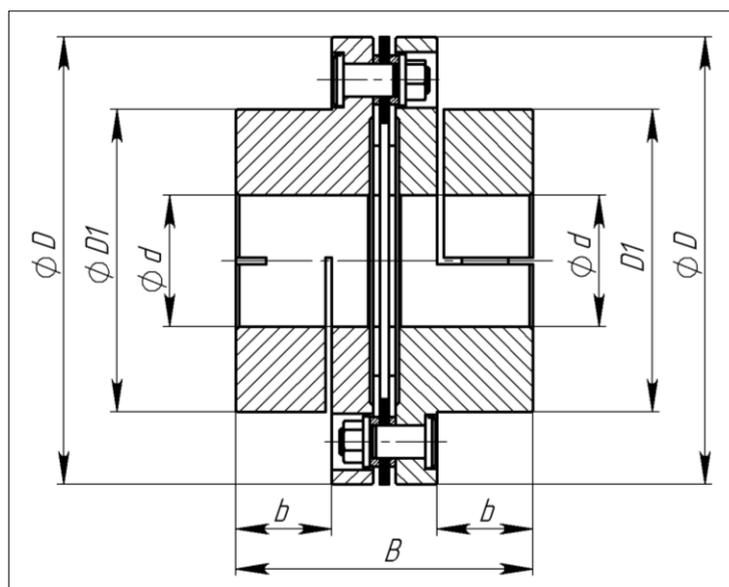
Муфты МВ - универсальны и могут применяться в различных областях машиностроения для передачи крутящего момента между вращающимися валами, имеющими несоосность и перекосы осей.



Датчик в сборе с муфтами МВ



Габаритные и установочные размеры, мм



Тип	M_N , Н·м	ϕd	ϕD	$\phi D1$	b	B	Стяжной винт, кл. пр. 8.8	Момент затяжки винта, Н·м
МВ-002	20	15H7	60	41	13	42,0	M5 x 0,80	7,6
МВ-01	100	20H7	82	53	18	58,8	M8 x 1,25	32,0
МВ-02	200	24H7	92	62	21	68,0	M10 x 1,50	63,2
МВ-1	1000	40H7	132	92	29	90,0	M14 x 1,50	160,0
МВ-2	2000	50H7	146	101	64	162,2	M14 x 1,50	160,0

Технические характеристики

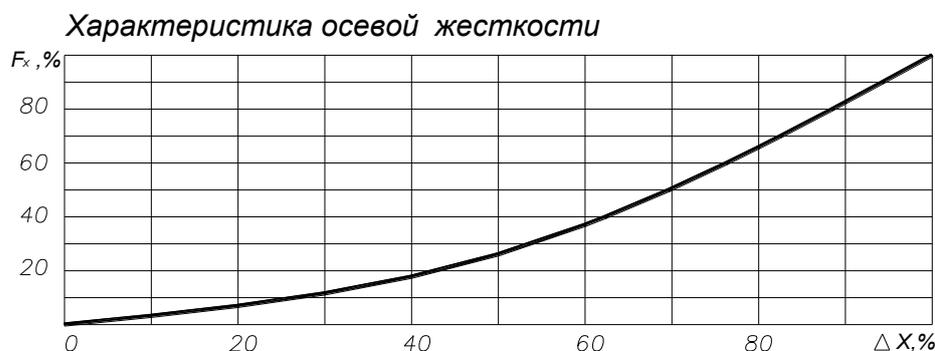
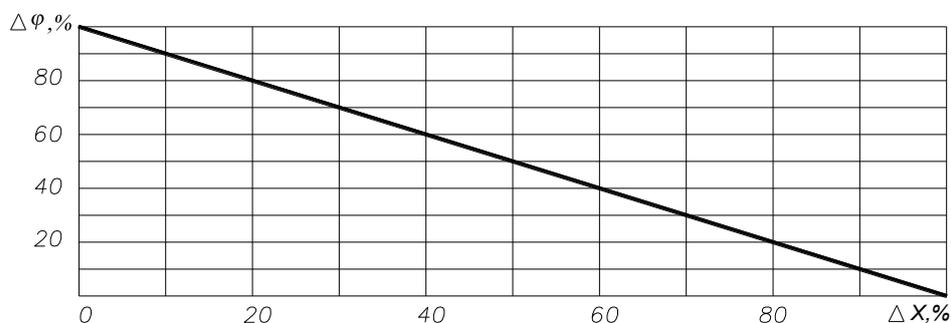
Параметр	Ед. изм.	МВ-002	МВ-01	МВ-02	МВ-1	МВ-2
M_N	Н·м	20	100	200	1 000	2 000
M_{MAX}	Н·м	40	160	320	1 600	3 200
ΔX_N	мм	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
F_{XN}	Н	50	150	270	590	1 160
$\Delta\varphi$	град	1,0	0,8			
G_{TOR}	кН·м/рад	110	120	130	920	1 300
n_{MAX}	мин ⁻¹	20 000			18 000	16 000
J	кг·м ²	0,000055	0,000270	0,000530	0,003200	0,014000
m	кг	0,2	0,5	0,8	2,1	10,5

M_N – номинальный крутящий момент,
 M_{MAX} – максимально допустимый крутящий момент,
 ΔX_N – максимально допустимое осевое смещение,
 F_{XN} – осевая сила при осевом смещении ΔX_N ,
 $\Delta\varphi$ – максимально допустимое угловое смещение,
 G_{TOR} – жесткость при кручении,
 n_{MAX} – максимально допустимая частота вращения.

Радиальное смещение может быть скомпенсировано только при использовании пары муфт МВ. Величина допустимого радиального смещения определяется угловым смещением и зависит от расстояния между упругими элементами муфт (размер L):

$$\Delta r = L \times \text{tg}\Delta\varphi$$

Допускаемые величины осевого и углового смещения взаимосвязаны. Увеличение осевого смещения требует пропорционального уменьшения углового смещения и наоборот. Указанная взаимосвязь показана на графике.

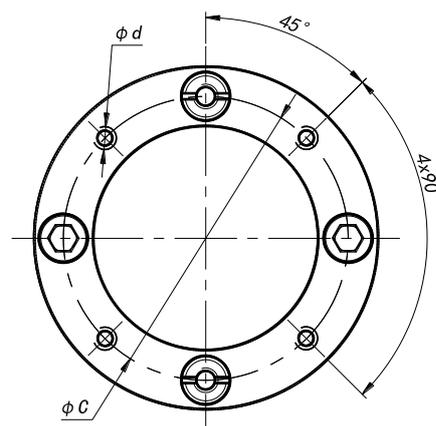
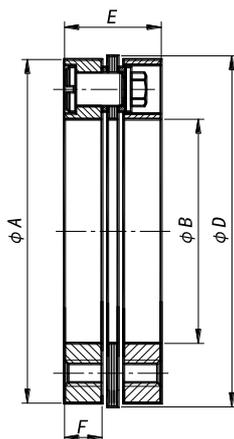


Муфты дисковые компенсационные МК

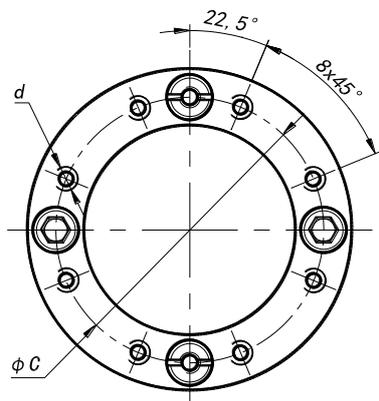
Муфты дисковые серии МК предназначены для компенсации осевых, радиальных, угловых смещений, температурных деформаций, возникающих при монтаже и в ходе эксплуатации датчиков крутящего момента. Муфты МК имеют значительную осевую и угловую податливости, при высокой крутильной жесткости.

Муфты МК - универсальны и могут применяться в различных областях машиностроения для передачи крутящего момента между вращающимися валами, имеющими несоосности и перекосы осей.

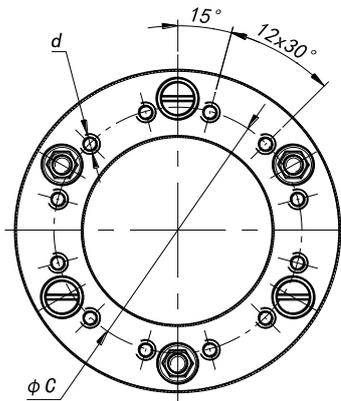
**Габаритные и установочные размеры, мм
2 Н·м... 150 кН·м (МК-2Н... МК-150)**



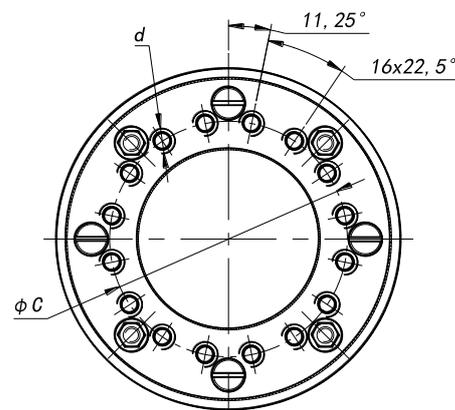
Располож. крепежн. отв. А



Располож. крепежн. отв. В



Располож. крепежн. отв. С



Располож. крепежн. отв. D

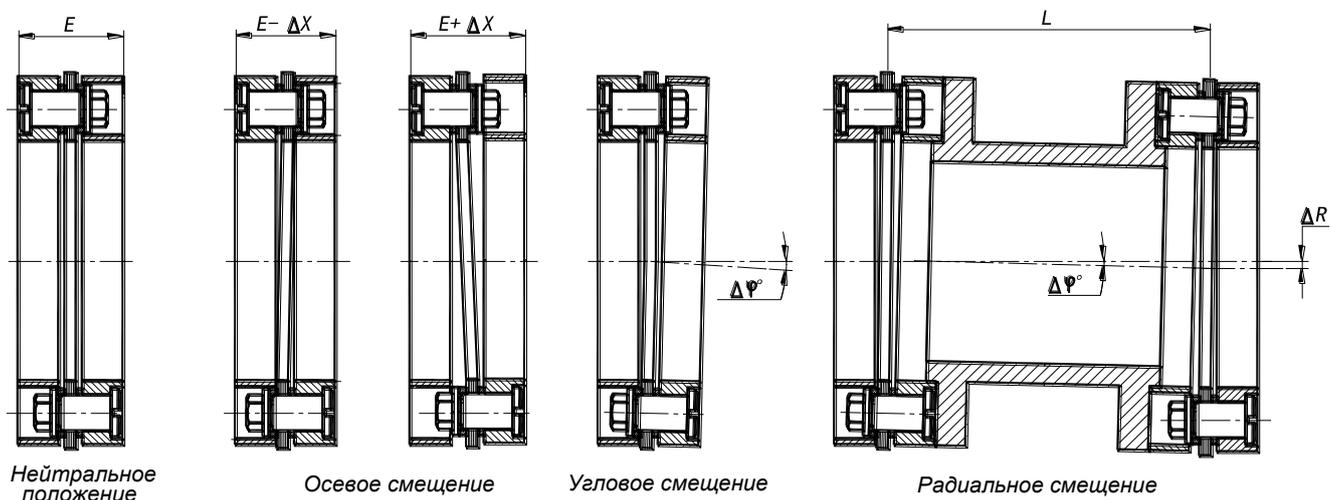
Тип	M _N , кН·м	M _{МАХ} , кН·м	ØА	ØВ	ØС	ØD	Е	F	d	Расположе- ние крепеж. отв.
МК-2Н	0,002	0,005	46	30H7	38±0,10	46	13,2	5,0	M3	А
МК-002	0,02	0,05	60	40H7	50±0,10	60	16,0	6,0	M4	В
МК-01	0,1	0,2	82	50H7	66±0,10	82	22,8	9,0	M5	В
МК-02	0,2	0,4	92	60H7	76±0,10	92	26,0	10,0	M6	В
МК-1	1,0	1,8	136	80H7	104±0,10	136	32,0	12,5	M8	С
МК-2	2,0	3,6	158	90H7	120±0,12	158	34,0	13,0	M10	С
МК-5	5,0	8,5	200	110H7	150±0,25	202	42,0	16,0	M12	D
МК-10	10,0	17,0	232	130H7	170±0,25	236	50,0	19,0	M16	D
МК-25	25,0	35,0	260	160H7	204±0,25	276	60,4	23,0	M18	D
МК-50	50,0	70,0	350	210H7	260±0,25	360	75,2	30,0	M24	D
МК-100	100,0	130,0	400	220H7	290±0,25	420	94,2	37,0	M30	D
МК-150	150,0	180,0	450	260H7	395±0,25	460	98,4	39,0	M30	D

Технические характеристики

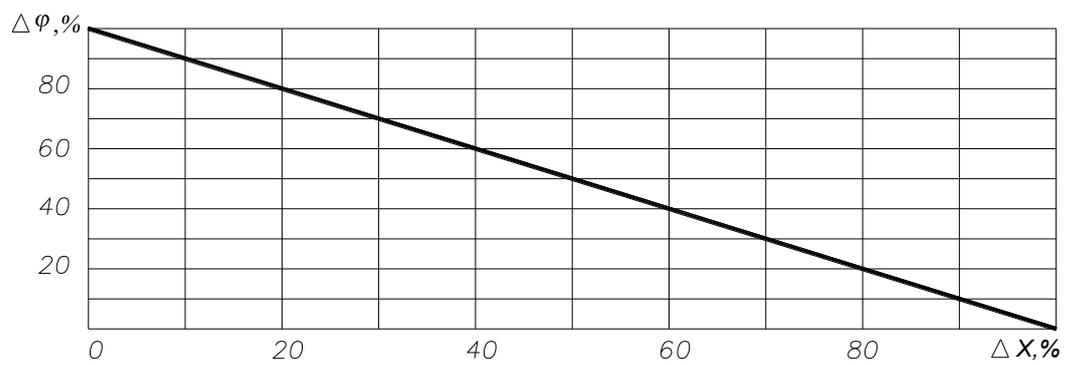
Параметр	Ед. измер.	МК-002 МК-2Н	МК-01	МК-02	МК-1	МК-2	МК-5	МК-10	МК-25	МК-50	МК-100	МК-150
Номинальный крутящий момент, M_N	кН·м	0,020 0,002	0,1	0,2	1	2	5	10	25	50	100	150
Максимальный крутящий момент, M_{MAX}	кН·м	0,050 0,005	0,2	0,4	1,8	3,6	8,5	17	35	70	130	180
Допускаемое осевое смещение, $\pm\Delta X_N$	мм	1,0 0,8	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,6	3,4	3,6	4,0
Осевая сила, F_{XN} , при осевом смещении, ΔX_N	Н	64 62	140	140	640	735	1630	2300	3300	4470	10500	15700
Допускаемое угловое смещение, $\Delta\varphi$	°	1,0 1,2	0,8									
Крутильная жесткость	кН·м / рад	40 23	100	120	870	1180	2540	4150	5720	9600	27400	35200
Максимальная частота вращения	мин ⁻¹	20 000	20 000	20 000	18 000	16000	10 000	8 000	7 000	6 000	5 500	5 000
Момент инерции	кгм ²	0,00010 0,00001 2	0,0006	0,0010	0,0064	0,012	0,038	0,09	0,16	0,69	1,56	2,49
Масса	кг	0,15 0,03	0,50	0,61	1,90	2,80	5,50	8,50	11,20	28,30	52,00	70,6
Рекомендуемый класс прочности крепежных болтов		6.8	6.8	6.8	8.8	8.8	8.8	8.8	9.8	9.8	9.8	9.8
Рекомендуемый момент затяжки крепежных болтов	Н·м	4,0 1,5	7	14	35	65	110	300	400	800	1 800	1900

Муфта дисковая МК компенсирует осевое и угловое смещение. Радиальное смещение может быть скомпенсировано только при использовании пары муфт МК. Величина радиального смещения ΔR определяется угловым смещением и зависит от расстояния между муфтами (размер L):

$$\Delta R = L \times \text{tg}\Delta\varphi$$



Допускаемые величины осевого и углового смещения взаимосвязаны. Увеличение осевого смещения требует пропорционального уменьшения углового смещения и наоборот. Указанная взаимосвязь показана на графике.



Характеристика осевой жесткости

