

ЗАКАЗАТЬ

ТТ ТИЛКОМ
ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА



Датчики крутящего момента

М40

Руководство по эксплуатации

Минск
2024

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 Параметры устойчивости к климатическим и механическим внешним воздействиям	6
1.3.2 Электрические и метрологические параметры.....	7
1.3.3 Механические параметры датчиков М40 и эксплуатационные ограничения.....	9
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	14
2.1 Эксплуатационные ограничения	14
2.2 Меры безопасности	14
2.3 Монтаж.....	14
2.4 Электрические соединения.	18
2.5 Порядок работы	19
3 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.....	20
4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	20
5 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.....	20
6 УТИЛИЗАЦИЯ.....	20
7 СОДЕРЖАНИЕ ДРАГМЕТАЛЛОВ	20
8 ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	21
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	22

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с устройством, принципом действия и правилами использования датчика крутящего момента М40 (в дальнейшем датчик или ДКМ) 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 М40 предназначены для измерения статического и динамического крутящего момента в приводах машин, испытательных и обкаточных стендах на вращающихся и неподвижных валах. Датчики М40 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.

В комплекте с датчиком поставляются вторичные устройства: блок индикации или декодер, для визуализации измерений и формирования стандартных выходных сигналов, аналоговых или цифровых. Вторичные устройства и программное обеспечение позволяют определять передаваемую датчиком механическую мощность в текущем режиме измерений.

Номинальный диапазон измерения: $-M_E \dots +M_E$, где M_E – верхний предел измерений датчика (номинальный измеряемый крутящий момент). Знак "плюс" соответствует кручению по часовой стрелке, знак "минус" — кручению против часовой стрелки.

Датчики М40 имеют расширенный диапазон измерений: $-1,07 \cdot M_E \dots +1,07 \cdot M_E$.

Обозначение датчика состоит из названия серии "М40" и величины верхнего предела измерений, разделенных знаком дефисом. При этом, моменты от 1000 Н·м включительно указываются в кН·м с добавлением индекса "к".

Примеры условных обозначений:

датчика крутящего момента М40 с верхним пределом измерений 800 Н·м:

М40–800

датчика крутящего момента М40 с верхним пределом измерений 1500 Н·м:

М40–1,5к

Верхний предел измерений датчика М40 выбирается из ряда, приведенного в табл. 1

Табл. 1 – Верхние пределы измерений датчиков М40, Н·м

			0,1			0,2			
0,5			1	1,2	1,5	2		3	
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	6к	8к	10к	12к	15к	20к	25к	30к	40к
50к	60к	80к	100к	120к	150к	200к	250к	300к	400к
500к	600к								

* – 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.

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

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 установочным фланцем с отверстиями.

С помощью фланцев ротор датчика встраивается в валопровод исследуемой машины или испытательного стенда. Статор устанавливается на корпусе исследуемой машины таким образом, чтобы его кольца охватывали катушки ротора с равномерным зазором и минимальным осевым смещением.

В процессе работы ротор датчика подвергается нагружению крутящим моментом, в результате чего происходит скручивание торсиона 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 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 T24, T23) формируются импульсы напряжения, в зависимости от модификации декодера равные 1, 60 или 120 импульсам за один оборот ротора.



Рис. 1 – Датчик крутящего момента M40

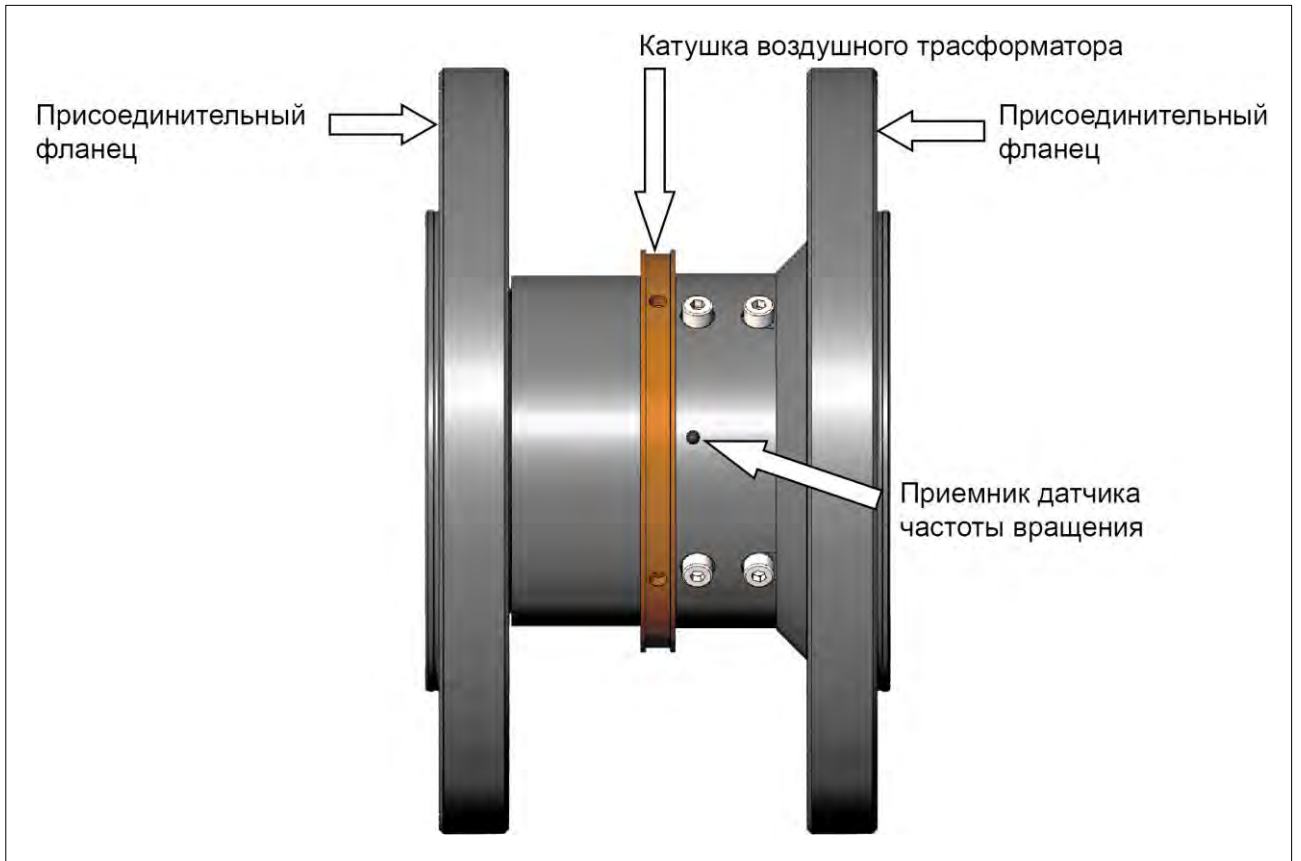


Рис. 2 – Ротор датчика M40

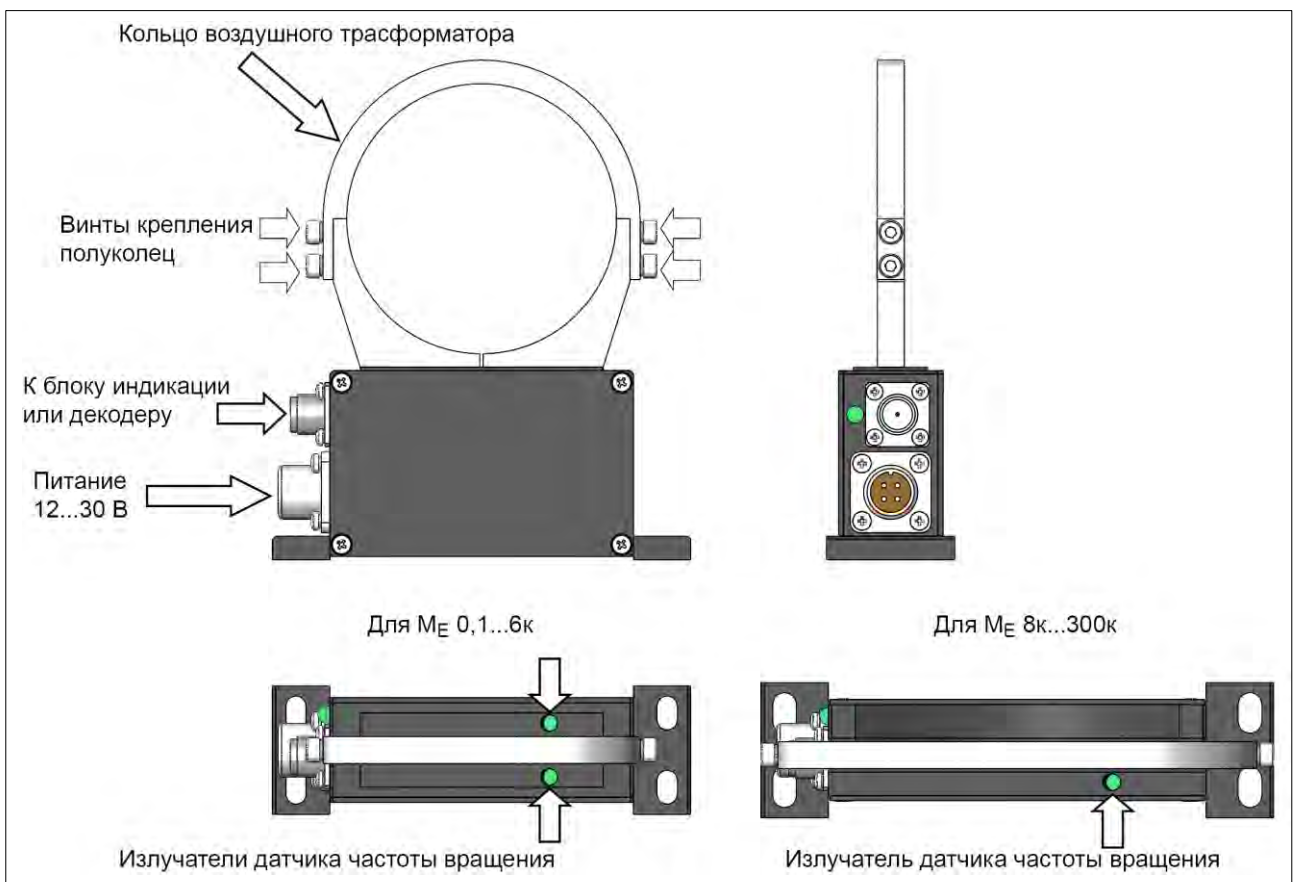


Рис. 3 – Статор датчика M40

1.3 Технические характеристики

Доступные варианты выходных сигналов/интерфейсов и модели вторичных устройств, обеспечивающих их, приведены в табл. 2.

Габаритные и установочные размеры статора и ротора датчиков приведены на рисунках 5 – 8.

Табл. 2 – Выходные сигналы/интерфейсы вторичных устройств

Выходной сигнал/интерфейс	Декодер	Блок индикации T42 ¹⁾
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	
¹⁾ По умолчанию блок индикации T42 обеспечивает один выходной сигнал на выбор, но может поставляться с комбинацией цифрового (USB, RS-485, CAN) и аналогового выхода. Эта информация указывается при заказе. Подробнее см. документацию на блок индикации T42.		

1.3.1 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

1.3.2 Электрические и метрологические параметры

Класс точности		0,1
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения крутящего момента, включая нелинейность и гистерезис	% от МЕ	±0,1
Температурный уход нуля, на 10°C	% от МЕ	±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		RS-485
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		RS-232
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	В	+5 (+10) -5 (-10) 0
положительному верхнему пределу измерений		
отрицательному верхнему пределу измерений		
нулю		
Электрическое сопротивление нагрузки, не менее	кОм	10
Аналоговый выход 4...20 мА ¹⁾		
Номинальный вытекающий ток при действии крутящего момента равного	мА	20 4 12
положительному верхнему пределу измерений		
отрицательному верхнему пределу измерений		
нулю		
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	кГц	15 (90) (180) 5 (30) (60) 10 (60) (120)
положительному верхнему пределу измерений		
отрицательному верхнему пределу измерений		
нулю		
Амплитуда выходного напряжения (симметричный меандр)	В	5 ± 1
Параметры канала частоты вращения датчика		
Тип датчика частоты вращения		оптоэлектронный
Минимальная измеряемая частота вращения	об/мин	30
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты вращения	%	$\pm 0,1$
Импульсный выход 1 импульс / мин⁻¹ (по умолчанию) ¹⁾		
Номинальное кол-во импульсов при частоте вращения равной		0 N_{MAX}
нулю		
N_{MAX} ²⁾		
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) ¹⁾		
Номинальное выходное напряжение при частоте вращения равной	В	0 5 (10)
нулю		
N_{MAX} ²⁾		
Электрическое сопротивление нагрузки, не менее	кОм	10
Аналоговый выход 4...20 мА ¹⁾		
Номинальный вытекающий ток при частоте вращения равной	мА	4 20
нулю		
N_{MAX} ²⁾		
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.		

1.3.3 Механические параметры датчиков М40 и эксплуатационные ограничения

M_E , Н·м	F_A , кН	F_R , Н	M_B , Н·м	G_{TOR} , кН·м/рад	m_P , кг	$m_{СТ}$, кг	$n_{МАХ}$, об/мин	$M_{МАХ}$, % от M_E	
0,1...0,2	0,1	2	0,1	0,02	0,1	0,2	20 000	200	
0,5...1,0	0,2	3	0,2	0,12	0,14	0,2			
1...3	0,3	5	0,3	0,20	0,14	0,2			
4...5	0,5	10	0,5	0,50	0,50	0,2			
10...30	1,0	40	2,0	3,50	0,50	0,2			
50...150	1,5	120	10,0	31,00	0,90	0,3	16 000		
200...300	3,0	220	20,0	51,00	1,20	0,3			
400...1,2к*	8,0	1 000	80,0	480,00	2,90	0,5			
1,5к ...2,5к	16,0	2 000	150,0	710,00	4,50	0,6	12 000		150
3к...6к	28,0	5 000	300,0	3 150,00	7,60	1,0	10 000		
8к...15к	32,0	10 000	600,0	4 240,00	12,80	1,0	8 000		
20к...30к	80,0	25 000	1 200	13 020,00	21,00	1,1	6 000		
40к...60к	120,0	50 000	2 000	28 100,00	42,00	1,3	4 000		
80к...120к	180,0	80 000	4 000	35 000,00	55,00	1,4	3 000		
150к	180,0	80 000	4 000	35 000,00	66,50	1,4	3 000		
200к...300к	220,0	120 000	6 000	88 000,00	175,00	1,4	2 000		
400к...600к	400,0	220 000	12 000	160 000,00	270,00	2,1	2 000		

M_E – верхний предел измерений датчика,

F_A – предельно допустимая осевая сила, приложенная к ротору,

F_R – предельно допустимая радиальная сила, приложенная к ротору,

M_B – предельно допустимый изгибающий момент, приложенный к ротору,

G_{TOR} – расчетная жесткость ротора при кручении,

m_P – масса ротора,

$m_{СТ}$ – масса статора

$n_{МАХ}$ – максимально допустимая частота вращения,

$M_{МАХ}$ – предельно допустимый крутящий момент.

* – 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.

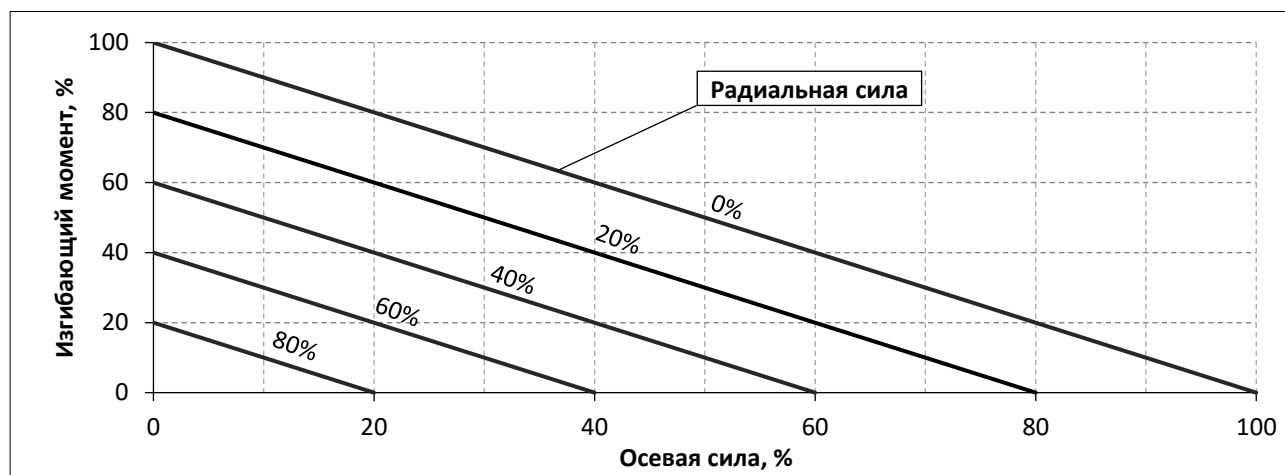


Рис. 4 – Предельно допустимые для датчиков М40 сочетания внешних нагрузок

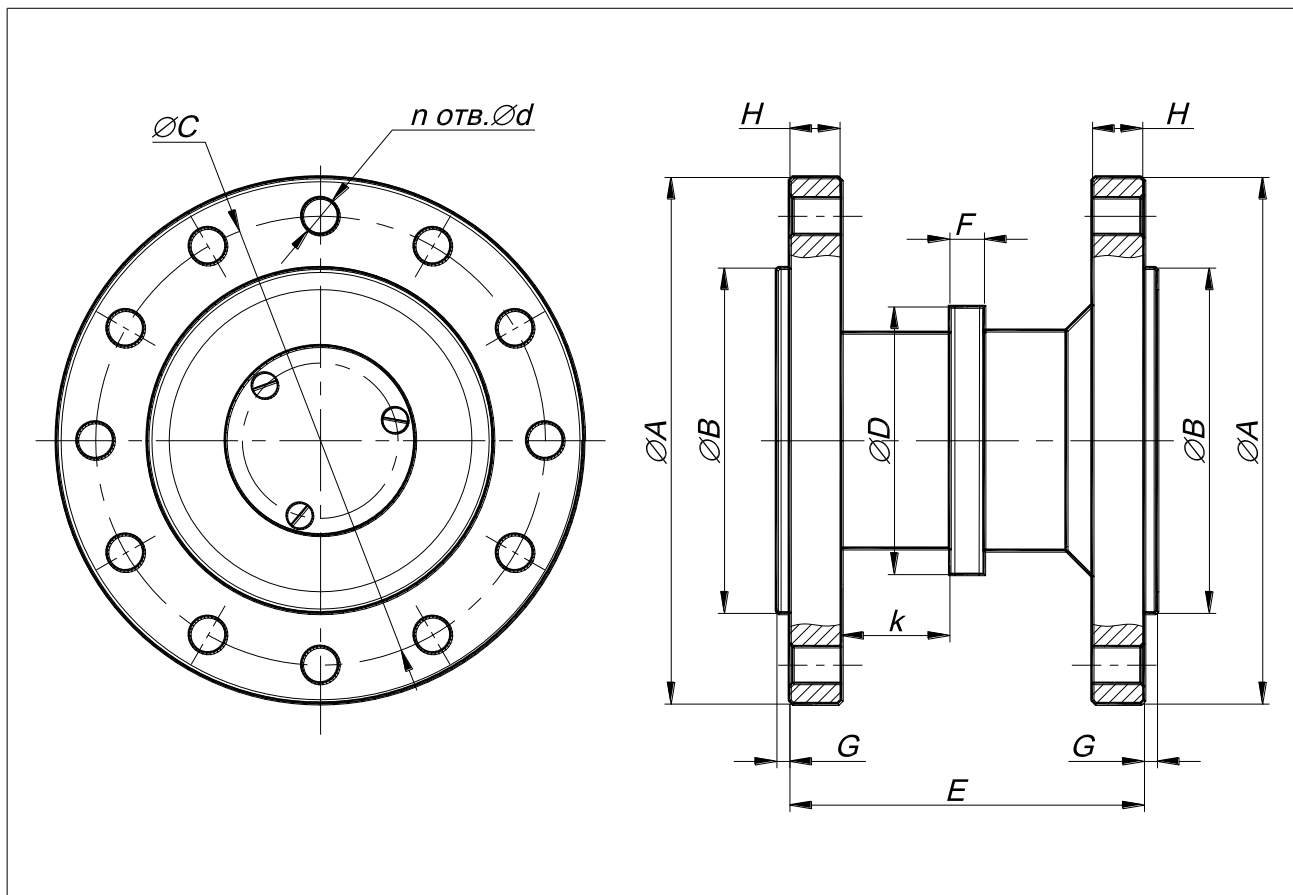


Рис. 5 – Ротор M40. Габаритные и установочные размеры, мм

Тип	ØA	ØB	ØC	ØD	E	F	G	H	k	n	Ød
M40-0.1...M40-3	45	30g6	38±0,1	32	54	9	2,5 ^{+0,1}	4,0	18,5	8	3,4H12
M40-5...M40-30	60	40g6	50±0,1	41	60	9	2,5 ^{+0,1}	5,5	20,0	8	4,5H12
M40-50...M40-150	78	50g6	66±0,1	41	64	9	3 ^{+0,14}	7,0	20,5	8	5,5H12
M40-200...M40-300	90	60g6	76±0,1	46	68	8	3 ^{+0,14}	8,0	22,0	8	6,5H12
M40-400...M40-1.2k	122	80g6	104±0,1	62	82	8	3 ^{+0,14}	12,0	25,0	12	8,5H12
M40-1.5k...M40-2.5k	142	90g6	120±0,12	72	90	8	3 ^{+0,14}	13,0	28,0	12	10,5H12
M40-3k...M40-6k	175	110g6	150±0,25	92	100	8	3 ^{+0,14}	16,0	30,0	16	13H12
M40-8k...M40-15k	200	130g6	170±0,25	120	120	9	4 ^{+0,18}	19,0	38,0	16	17H12
M40-20k...M40-30k	242	160g6	204±0,25	138	140	9	4 ^{+0,18}	22,0	45,0	16	19H12
M40-40k...M40-60k	304	210g6	260±0,25	171	170	10	5 ^{+0,18}	28,0	55,0	16	26H12
M40-80k...M40-120k	376	220g6	320±0,25	211	190	10	6 ^{+0,22}	32,0	61,0	16	32H12
M40-150k	450	260g6	395±0,25	241	190	10	8 ^{+0,22}	32,0	61,0	16	32H12
M40-200k...M40-300k	495	320g6	420±0,25	261	230	10	10 ^{+0,22}	40,0	73,0	16	40H12
M40-400k...M40-500k M40-600k	670	470g6	600±0,25	320	280	16	10 ^{+0,22}	40,0	103,0	24	38H12 40H12

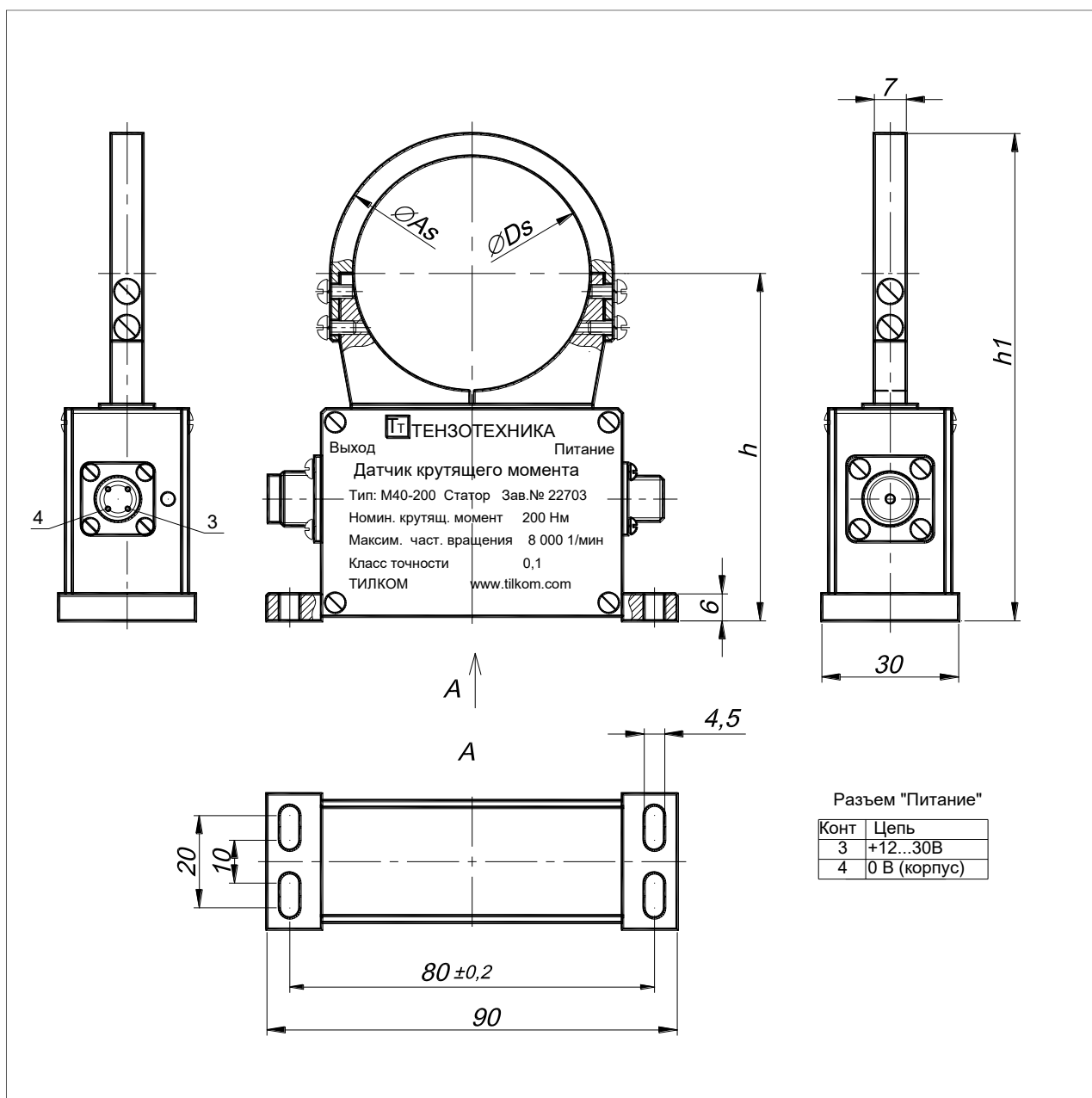


Рис. 6 – Статор М40-0,1...М40-300. Габаритные и установочные размеры, мм

Тип	$\varnothing A_s$	$\varnothing D_s$	h	h1
М40-0,1...М40-3	47	37	69,5	93
М40-5...М40-30	57	47	74,5	103
М40-50...М40-150	57	47	74,5	103
М40-200...М40-300	62	52	77,0	108

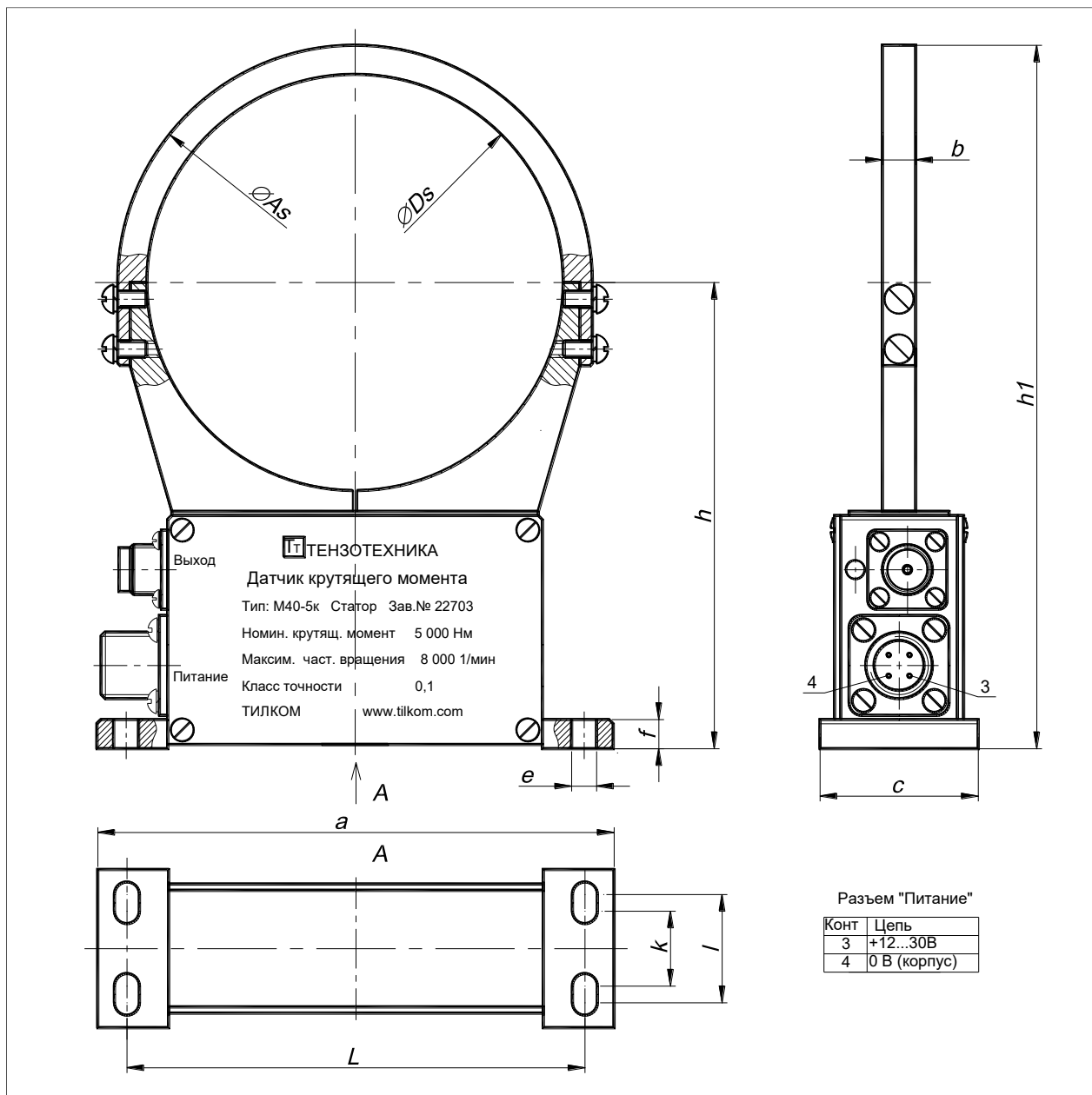


Рис. 7 – Статор М40-400... М40-6к. Габаритные и установочные размеры, мм

Тип	$\varnothing A_s$	$\varnothing D_s$	L	a	b	c	e	f	h	h1	k	l
М40-400...М40-1.2к	84	70	110 \pm 0,1	124	8	38	6,0	7	96,0	138	18	26
М40-1.5к...М40-2.5к	94	80	110 \pm 0,1	124	8	38	6,0	7	101,0	148	18	26
М40-3к...М40-6к	114	100	110 \pm 0,1	124	8	38	6,0	7	112,0	169	18	26

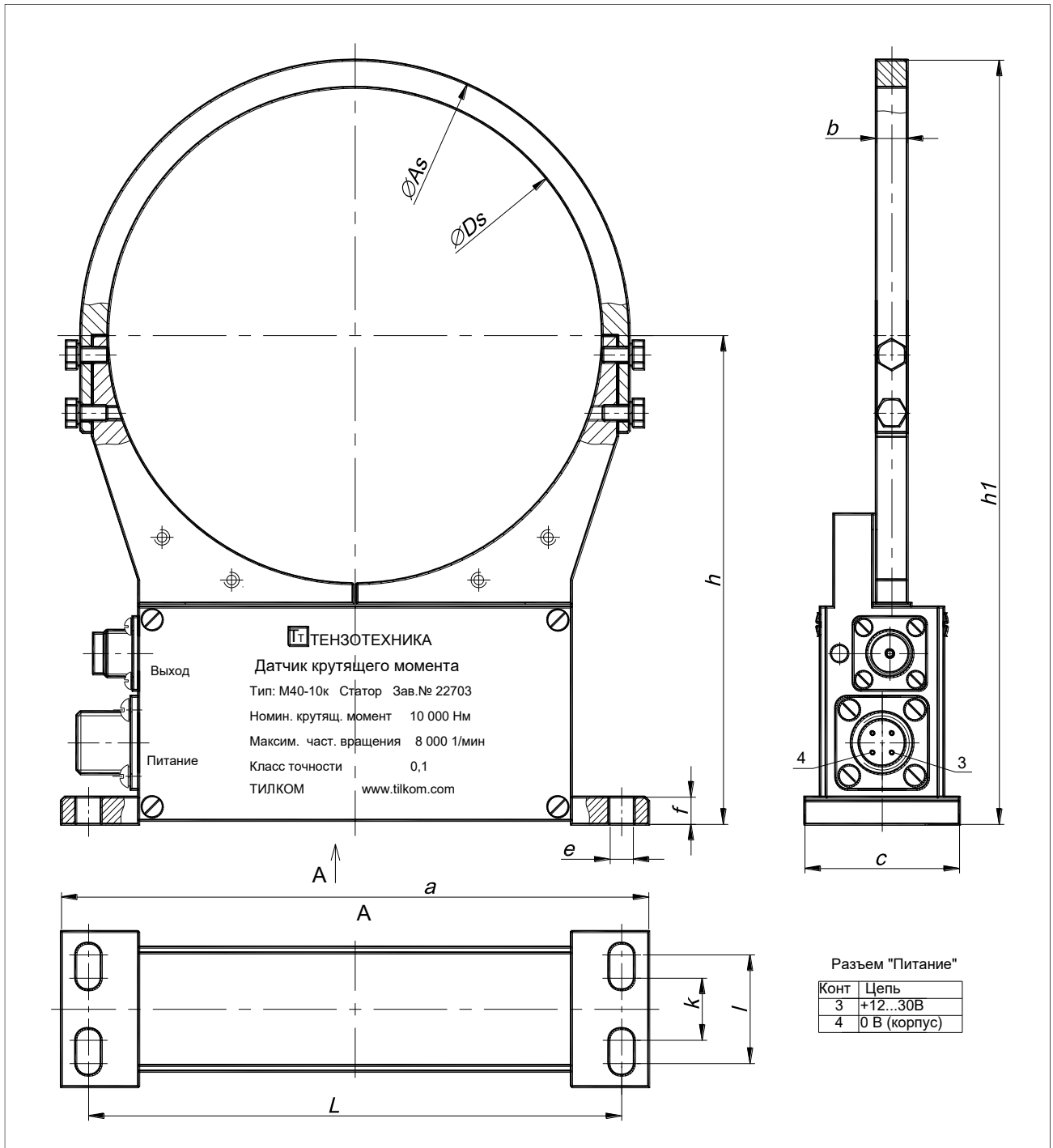


Рис. 8 – Статор М40-8к... М40-600к. Габаритные и установочные размеры, мм

Тип	$\varnothing A_s$	$\varnothing D_s$	L	a	b	c	e	f	h	h1	k	l
М40-8к...М40-15к	142	128	138±0,2	152	8	40	7,0	7	126,0	197	17	27
М40-20к...М40-30к	160	146	138±0,2	152	8	40	7,0	7	135,0	215	17	27
М40-40к...М40-60к	198	180	190±0,2	206	10	42	7,0	8	155,0	254	19	29
М40-80к...М40-120к	238	220	190±0,2	206	10	42	7,0	8	175,0	294	19	29
М40-150к	268	250	190±0,2	206	10	42	7,0	8	190,0	324	19	29
М40-200к...М40-300к	288	270	190±0,2	206	10	42	7,0	8	200,0	344	19	29
М40-400к...М40-600к	350	330	234±0,2	248	10	42	7,0	8	230,0	405	19	29

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 + 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 1.2.3 настоящего РЭ. Контроль указанных нагрузок при монтаже датчиков и в ходе эксплуатации затруднен. Избежать нежелательного нагружения датчика радиальными и осевыми силами и изгибающим моментом возможно путем применения компенсационных муфт.

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

2.2 Меры безопасности

Мероприятия по безопасным методам эксплуатации датчиков М40 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! Во избежание поломки, монтаж датчиков с верхним пределом измерений от 0,1 до 3 Н·м следует производить крайне аккуратно, при включенном датчике и непрерывном контроле показаний! При затяжке резьбовых соединений контролировать смещения «нуля». Смещение «нуля», вызванное погрешностями монтажа, более 5% приведет к ограничению измерительного диапазона.

Датчик крутящего момента М40 может работать в любом монтажном положении (горизонтальном, вертикальном или наклонном).

Монтаж датчика на испытательном стенде или ином объекте может быть выполнен несколькими способами: с применением компенсационных муфт (рис. 9 – 10) или применением карданного вала (рис. 11).

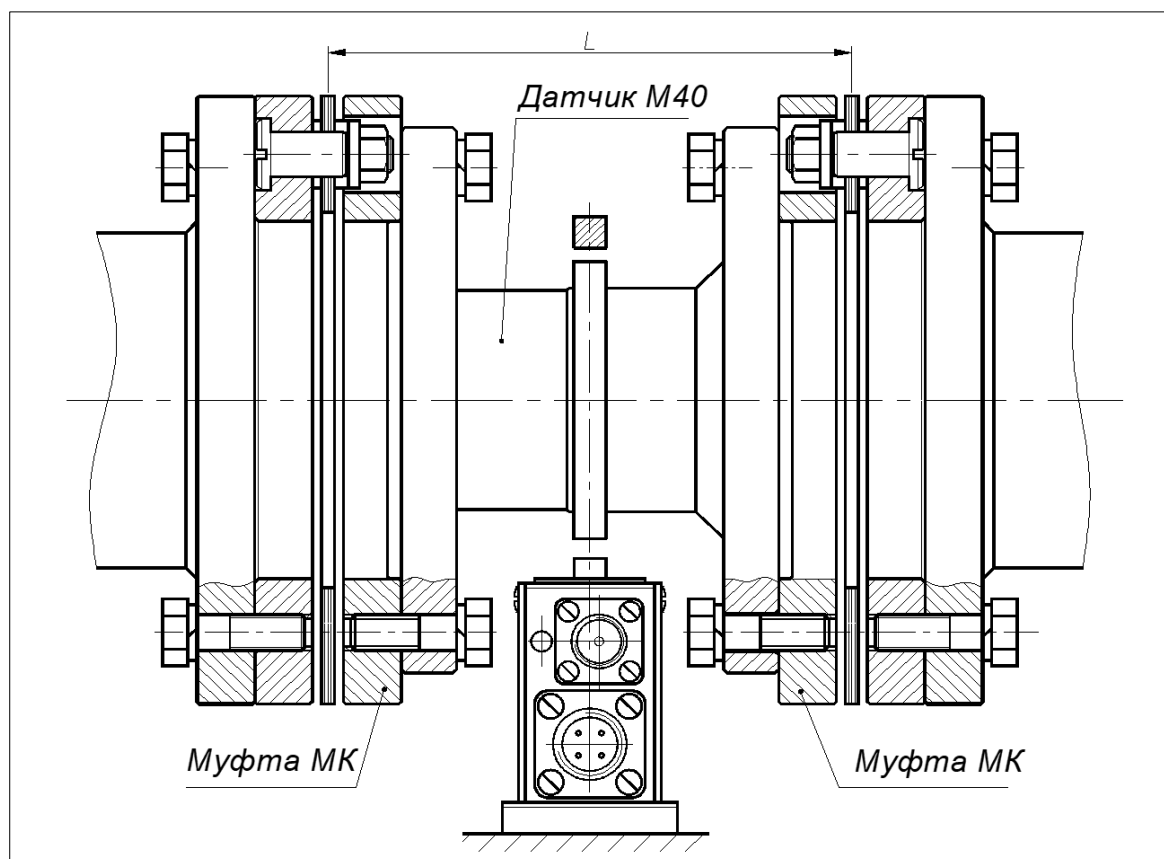


Рис. 9 – Установка датчика М40 с использованием компенсационных муфт

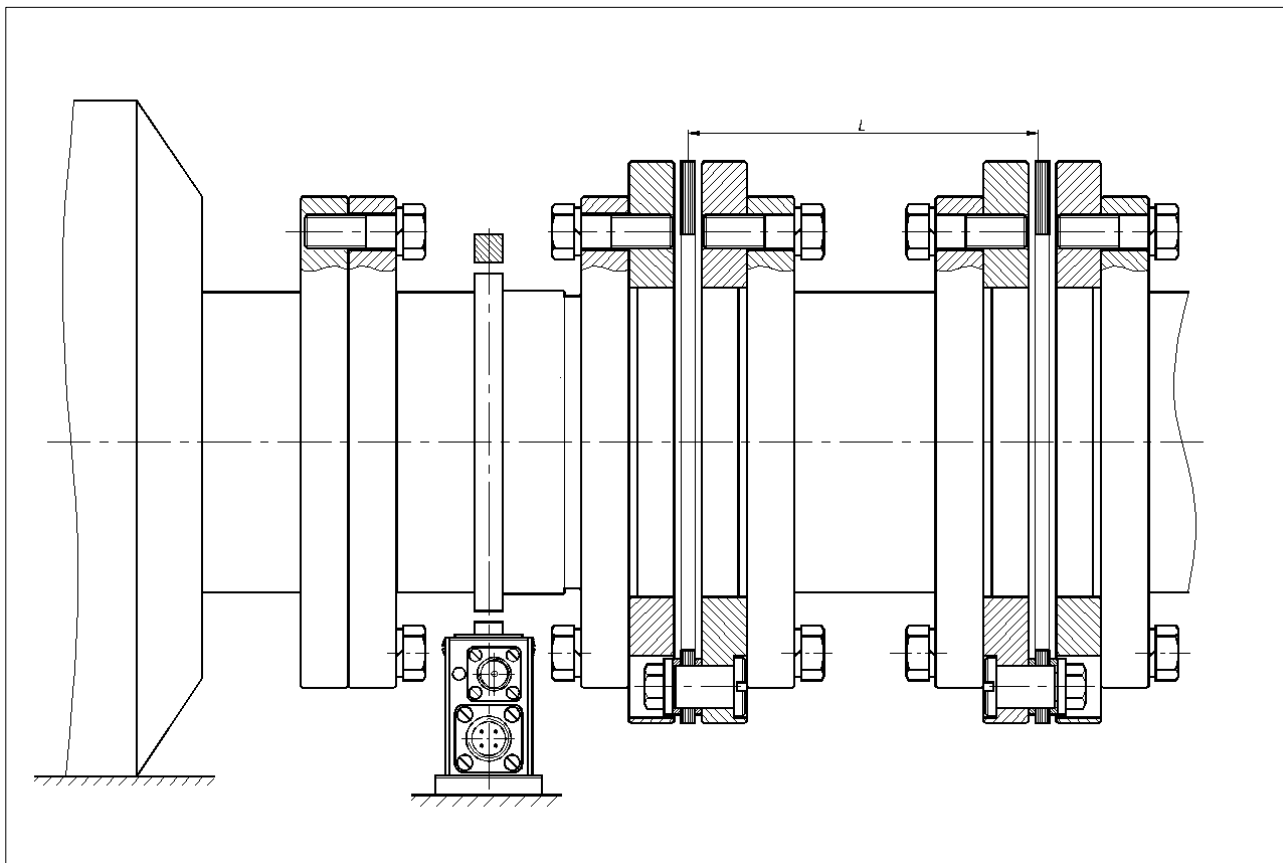


Рис. 10 – Монтаж датчика M40 с применением сдвоенной компенсационной муфты

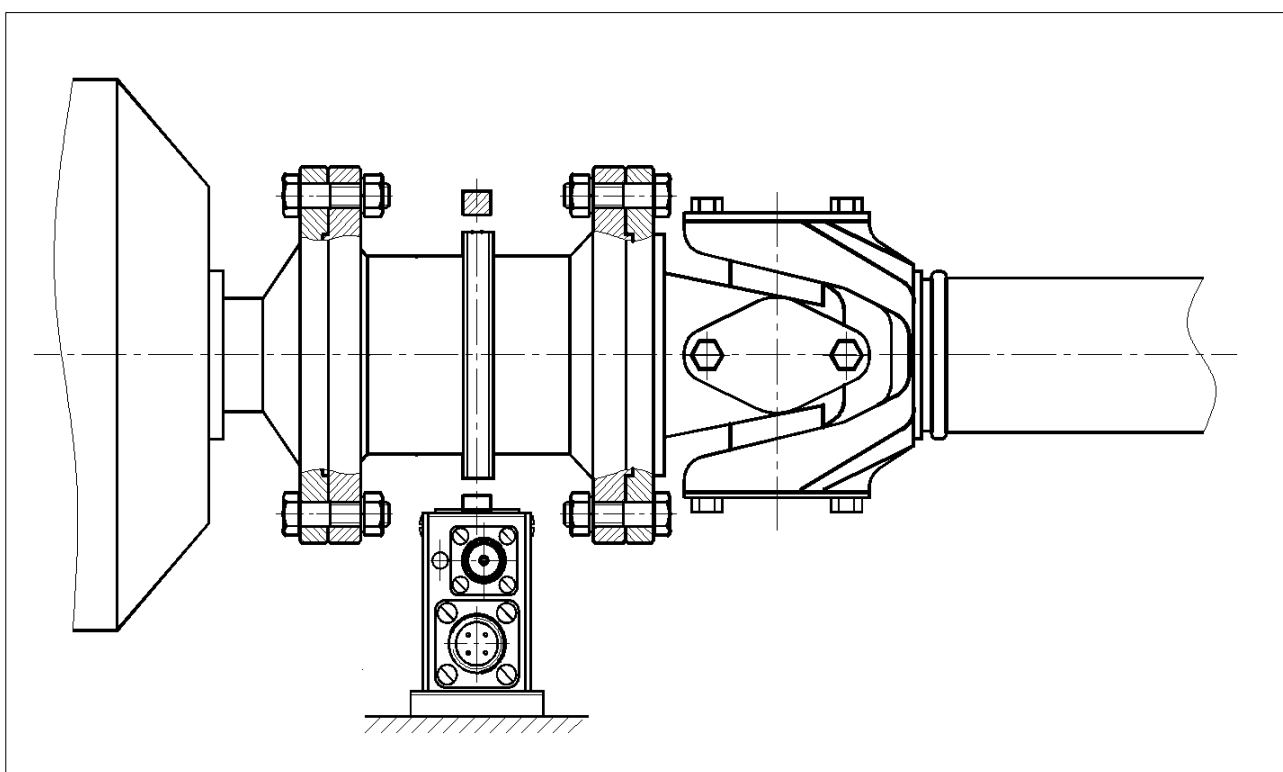


Рис. 11 – Монтаж датчика M40 с применением карданного вала

ВНИМАНИЕ! Не допускается одновременное использование компенсационной муфты и карданного вала. Монтаж датчика по рис. 12 может привести к повреждению датчика!

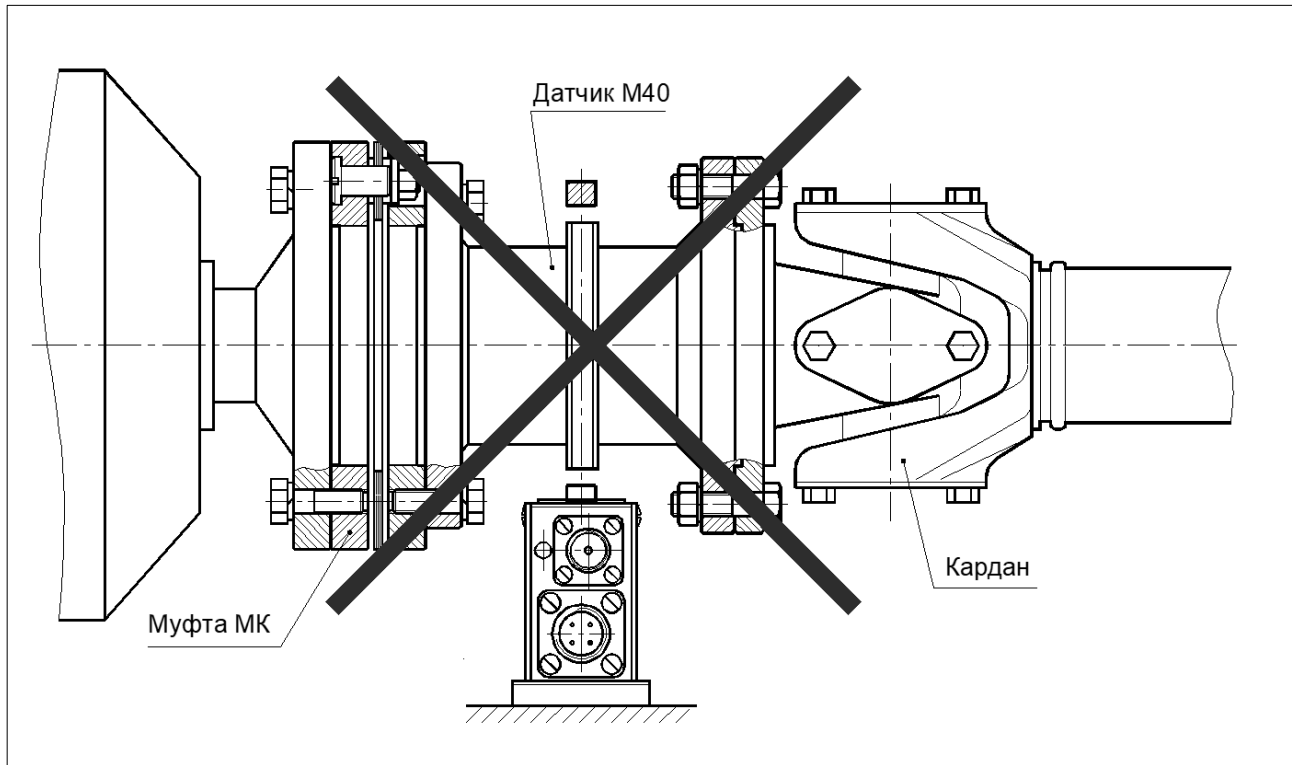


Рис. 12 – НЕПРАВИЛЬНЫЙ монтаж датчика М40

При монтаже датчика М40 с применением компенсационных муфт МК необходимо оценить допустимые величины углового, осевого и радиального смещений для данного типоразмера муфт (см. приложение 1).

Например:

Для монтажа датчика М40-5К используются муфты МК-5 (см. приложение), для которых:

- допустимый перекос осей $\Delta\varphi$ муфты МК-5 (номинальный крутящий момент 5000 Н·м) – 0,8°;
- допустимое осевое смещение ΔX – $\pm 1,8$ мм от номинального положения;
- допустимое радиальное смещение Δr (расчет в прил. 1) – 2,0 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. 13.

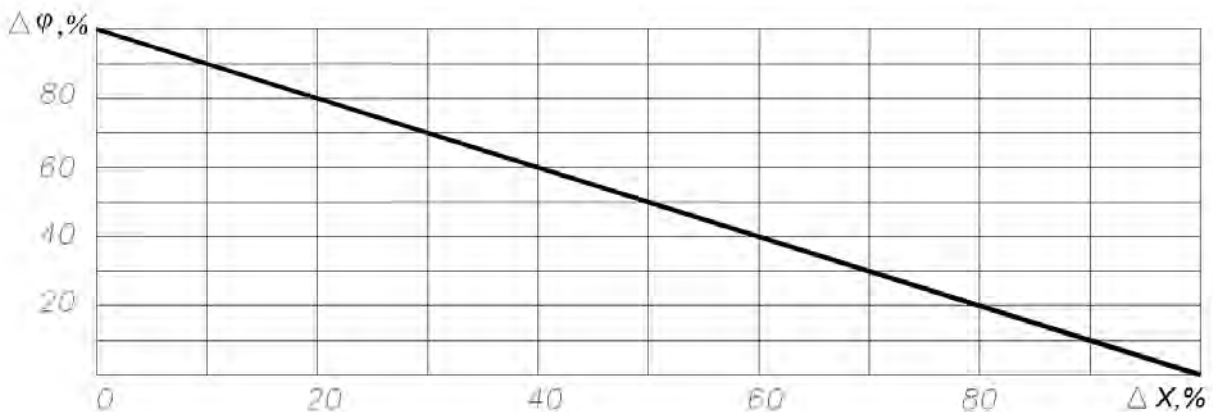


Рис. 13 – Допускаемые сочетания перекоса и осевого смещения компенсационных муфт МК

Например:

Если при монтаже датчика М40-5к осевое смещение составило 0,9 мм (50% от предельно допустимого значения), то перекос осей должен быть не более 50% от предельно допустимого значения т.е. 0,4°, а максимальное радиальное смещение при этом может быть 1,0 мм.

При выборе крепежных болтов для соединения датчика с муфтами МК следует руководствоваться данными табл. 3.

ВНИМАНИЕ! При использовании муфт МК убедитесь, что болты при затяжке не повредят диски муфты. Если болты выступают за фланец муфты со стороны дисков – используйте более короткие болты или дополнительные шайбы.

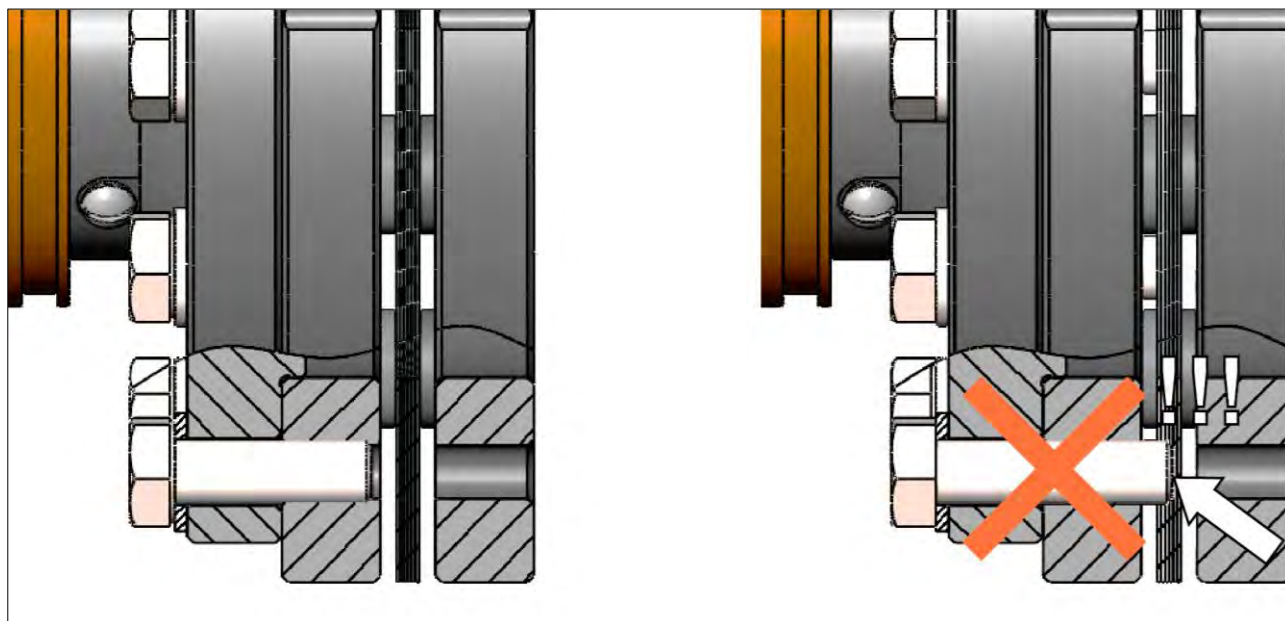


Рис. 14 – Длина крепежных болтов при использовании муфт МК: слева – **ПРАВИЛЬНАЯ**, справа – **НЕПРАВИЛЬНАЯ**

Табл. 3 – Диаметры резьбы и рекомендуемые моменты затяжки болтов.

М _Е , Н·м	Крепежные болты DIN 933	Класс прочности болтов	Момент затяжки болтов, Н·м	Тип муфты МК	Длина болта для муфты МК, мм
0,1...3	M3	8.8	1,5	МК-2Н	10
5...30	M4	8.8	4,0	МК-002	12
50...150	M5	8.8	7,0	МК-01	16
200...300	M6	8.8	10	МК-02	20
500...1,2к	M8	8.8	25	МК-1	25
1,5к...2,5к	M10	8.8	50	МК-2	25
3к...6к	M12	8.8	90	МК-5	35
8к...15к	M16	10.9	200	МК-10	40
20к...30к	M18	12.9	340	МК-25	45
40к...60к	M24	12.9	820	МК-50	50
80к...120к	M30	12.9	2200	МК-100	75
150к	M30	12.9	2200	МК-150	75
200к...300к	M39	12.9	4100	МК-250	90

После установки ротора с применением компенсационных муфт МК, 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 фланцев датчика крутящего момента 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. 15.

Кольцо статора, при установке, может быть разъединено путем отвинчивания винтов, стягивающих полукольца. При правильной установке статора относительно ротора загорается светодиод, расположенный на корпусе статора.

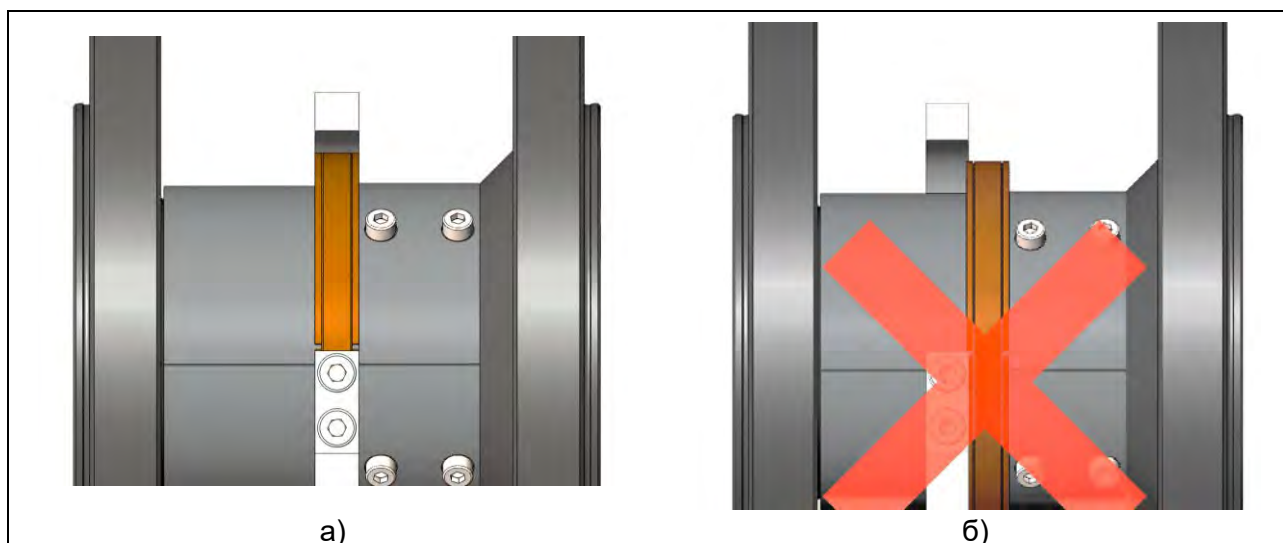


Рис. 15 – Расположение колец статора относительно катушки ротора:
а – ПРАВИЛЬНОЕ, б – НЕПРАВИЛЬНОЕ

ВНИМАНИЕ! Начиная с типоразмера М40-8к для работы датчика частоты вращения статор необходимо установить таким образом, чтобы инфракрасный светодиод статора и фотоприемник ротора находились с одной стороны (друг над другом).

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 М40 к блоку индикации или декодеру используется сигнальный кабель из комплекта поставки. Внешний вид кабеля и его условное обозначение показано на рис. 16.



Рис. 16 – Сигнальный кабель: а – внешний вид, б – изображение на схемах

Схема подключения датчика М40 к вторичным устройствам показана на рис. 17.

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.

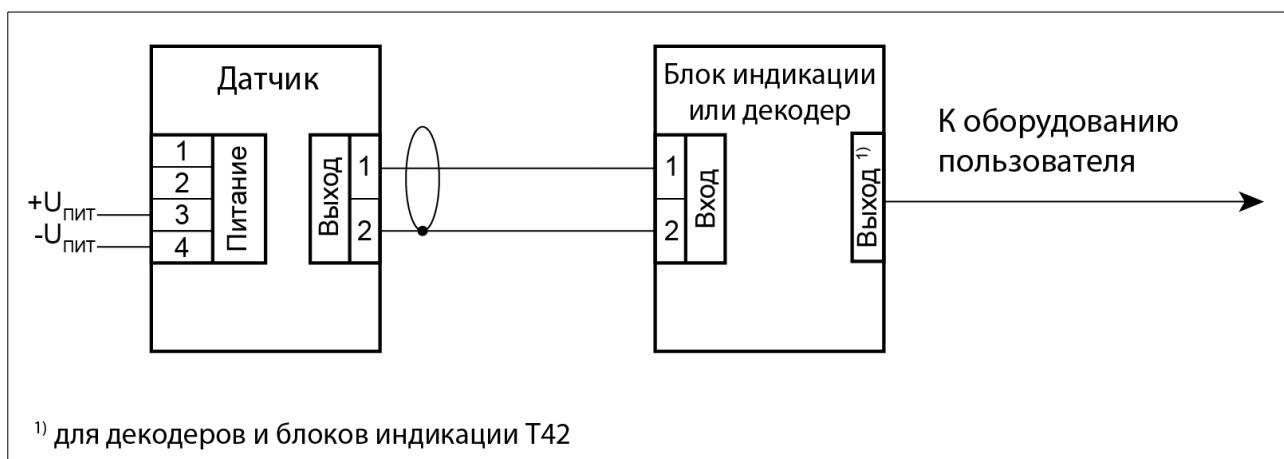


Рис. 17 – Схема подключения датчика М40 к вторичным устройствам

К разъему «ПИТАНИЕ» статора подключается источник питания с выходным напряжением постоянного тока 12...30 В. Назначение контактов разъема «ПИТАНИЕ» приведено в табл. 4.

Табл. 4 – 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 руководством по эксплуатации 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 $\pm 2\%$ от номинальной величины крутящего момента) и при этом отсутствует нагружение 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 необходимо:

- 1) убедиться в целостности сигнальных кабелей, отсутствии короткого замыкания в них и надежном присоединении разъемов;
- 2) убедиться в наличии питания статора;
- 3) убедиться в правильном расположении кольца статора относительно катушки ротора;
- 4) 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. 5.

Искажение сигнала датчика может быть вызвано работой преобразователей частоты (или другого импульсного оборудования), особенно при их включении без фильтра. Для проверки работы датчика М40 следует включить его при выключенных источниках помех.

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

Табл. 5 – Индикация состояния статора М40

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 М40 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°C и относительной влажности до 80% при температуре 25°C.

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 1.3.1 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 М40 не содержат драгметаллов.

8 ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Вместе с датчиком может быть поставлено 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 В
 ± 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 В
 ± 10 В
4...20 мА (активный)
10 \pm 5 кГц
60 \pm 30 кГц
120 \pm 60 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 5 м. Опционально до 100 м.



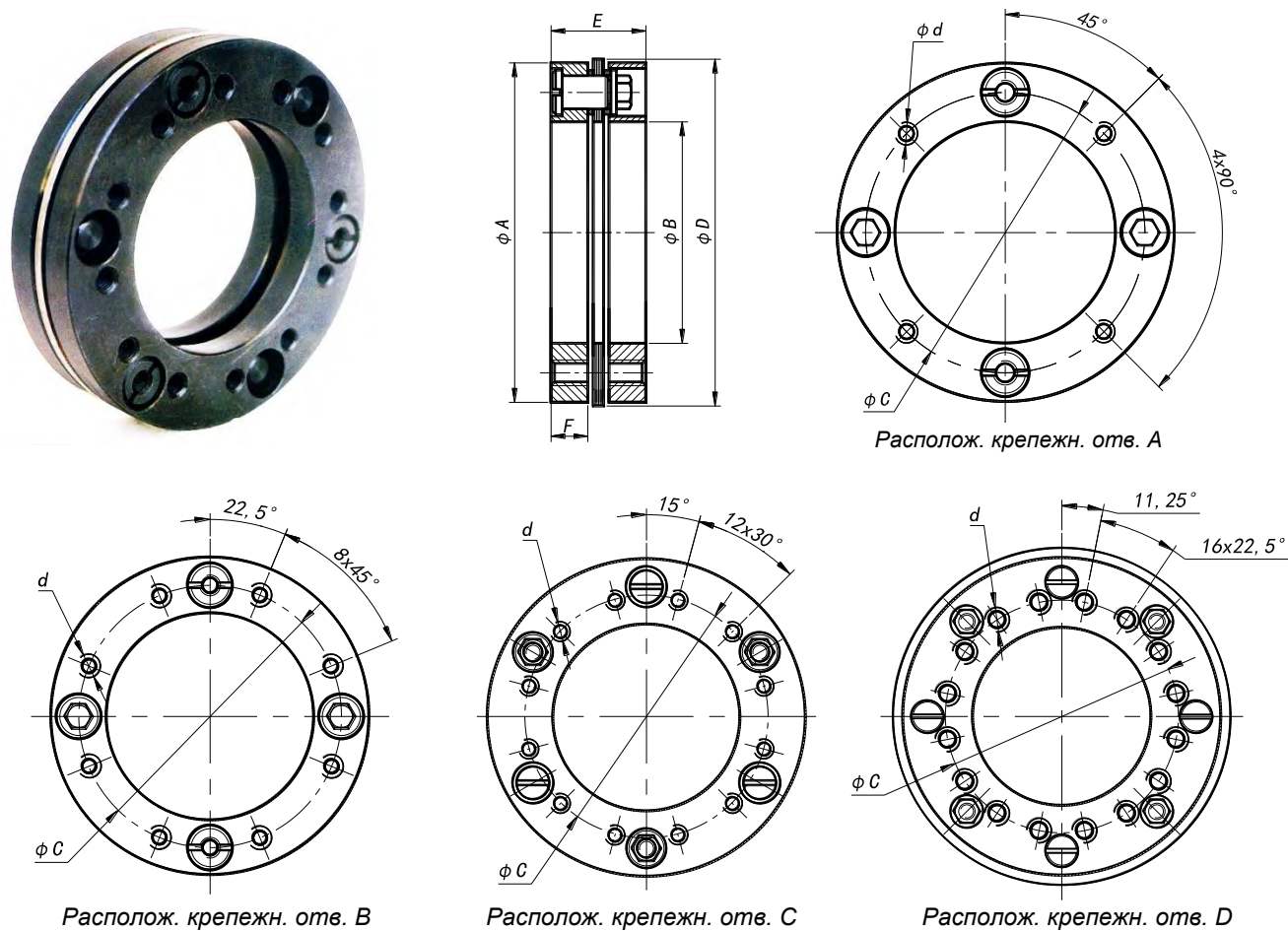
Муфты дисковые компенсационные МК для компенсации неточности монтажа и разгрузки датчика от паразитных нагрузок.

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... 250 кН·м (МК-2Н... МК-250)**



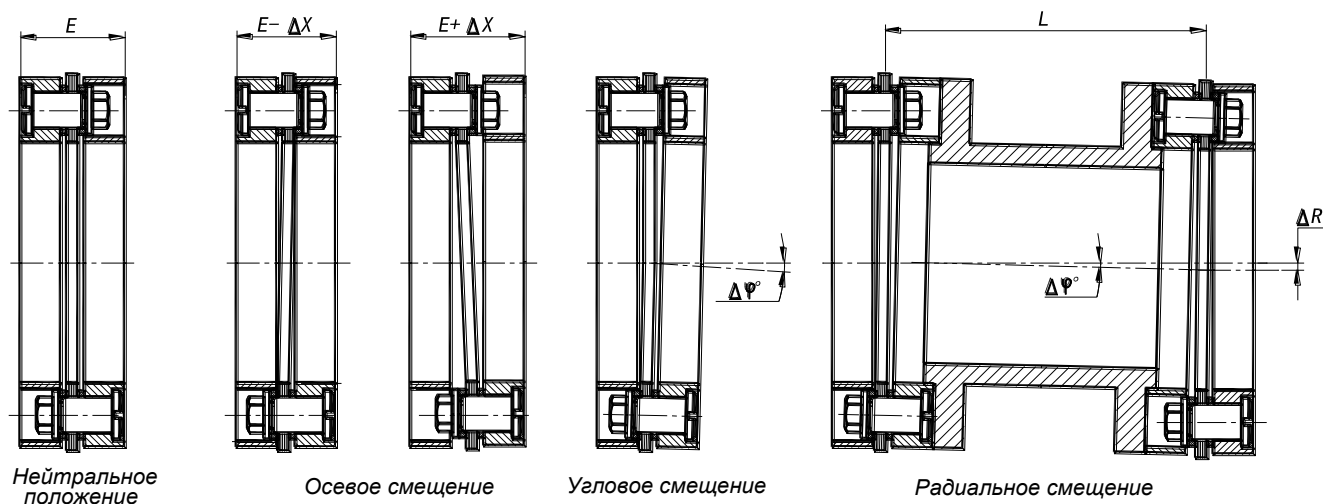
Тип	M _N , кН·м	M _{МАХ} , кН·м	ØA	ØB	ØC	ØD	E	F	d	Расположе- ние крепеж. отв.
МК-2Н	0,002	0,005	46	30Н7	38±0,10	46	13,2	5,0	M3	A
МК-002	0,02	0,05	60	40Н7	50±0,10	60	16,0	6,0	M4	B
МК-01	0,1	0,2	82	50Н7	66±0,10	82	22,8	9,0	M5	B
МК-02	0,2	0,4	92	60Н7	76±0,10	92	26,0	10,0	M6	B
МК-1	1,0	1,8	132	80Н7	104±0,10	132	32,0	12,5	M8	C
МК-2	2,0	3,6	146	90Н7	120±0,12	146	34,2	13,0	M10	C
МК-5	5,0	8,5	200	110Н7	150±0,25	200	41,2	16,0	M12	D
МК-10	10,0	17,0	232	130Н7	170±0,25	238	51,2	19,0	M16	D
МК-25	25,0	35,0	290	160Н7	204±0,25	296	66,4	25,0	M18	D
МК-50	50,0	70,0	350	210Н7	260±0,25	360	80,0	30,0	M24	D
МК-100	100,0	130,0	426	220Н7	320±0,25	444	100,0	38,0	M30	D
МК-150	150,0	180,0	486	260Н7	395±0,25	500	109,0	42,0	M30	D
МК-250	250,0	310,0	558	320Н7	420±0,25	580	128,0	50,0	M39	D

Технические характеристики

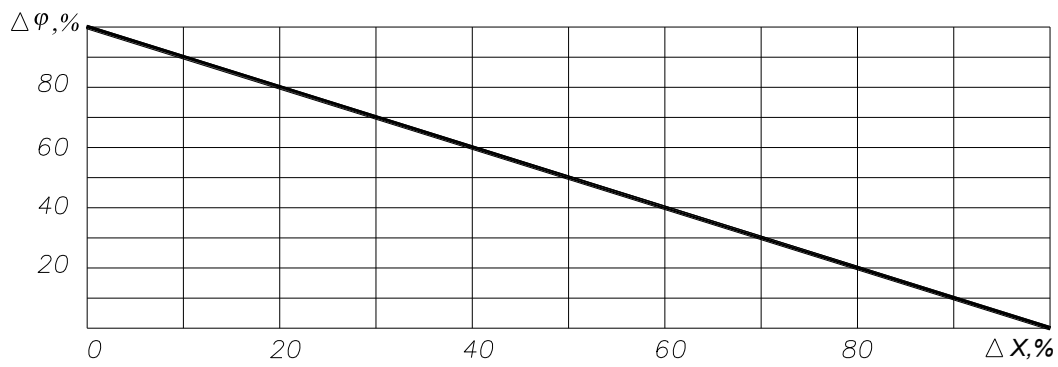
Параметр	Ед. измер.	МК-002 МК-2Н	МК-01	МК-02	МК-1	МК-2	МК-5	МК-10	МК-25	МК-50	МК-100	МК-150	МК-250
Номинальный крутящий момент, M_N	кН·м	0,020 0,002	0,1	0,2	1	2	5	10	25	50	100	150	300
Допускаемое осевое смещение, $\pm \Delta X_N$	мм	1,0 0,8	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,6	3,4	3,6	4,0	4,2
Осевая сила, F_{XN} , при осевом смещении, ΔX_N	Н	64 62	140	140	640	735	1630	2300	3300	4470	10500	15700	32000
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	98000
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	3000
Момент инерции	кгм ²	0,00010 0,000012	0,0006	0,0010	0,0064	0,012	0,038	0,09	0,16	0,69	1,56	2,49	6,2
Масса	кг	0,15 0,03	0,50	0,61	1,90	2,80	5,50	8,50	11,20	28,3	52,0	70,6	141
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	9.8
Рекомендуемый момент затяжки крепежных болтов	Н·м	4,0 1,5	7	14	35	65	110	300	400	800	2000	2000	4000

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 взаимозависимы. Увеличение осевого смещения требует пропорционального уменьшения углового смещения и наоборот. Указанная взаимозависимость показана на графике.



Характеристика осевой жесткости

