

**ДАТЧИКИ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА М40Н**  
Руководство по эксплуатации

## Содержание

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ДАТЧИКА.....	4
2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....	16
2.1. Эксплуатационные ограничения.....	16
2.2. Подготовка к использованию .....	16
3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....	23
4. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ДАТЧИКА .....	23
5. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ .....	23
6. УТИЛИЗАЦИЯ.....	23
7. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ.....	23
8. СОДЕРЖАНИЕ ДРАГМЕТАЛЛОВ.....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Муфты дисковые компенсационные МК.....	24

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с устройством, принципом действия и правилами использования датчика крутящего момента М40Н (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.



Рисунок 1- Внешний вид датчика крутящего момента М40Н.

# 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ДАТЧИКА

## 1.1 Назначение

Датчики крутящего момента М40Н предназначены для измерения статического и динамического крутящего момента в приводах машин, испытательных и обкаточных стендах на вращающихся и неподвижных валах. Датчики М40Н 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.

## 1.2 Технические характеристики

### 1.2.1 Номинальный измеряемый крутящий момент, максимальная частота вращения

Тип		Номинальный измеряемый крутящий момент $M_N$						Максимальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>
M40H-200... 300	Н·м	200	250	300				10 000
M40H-500... 1,5к		500	600	800	1 000	1 200	1 500	10 000
M40H-2к... 3к		2 000	2 500	3 000				8 000
M40H-4к... 6к		4 000	5 000	6 000				8 000
M40H-8к... 15к		8 000	10 000	12 000	15 000			8 000
M40H-20к... 30к	кН·м	20	25	30				6 000
M40H-40к... 60к		40	50	60				4 000
M40H-80к... 120к		80	100	120				4 000
M40H-150к		150						4 000

**Номинальный диапазон измерения крутящего момента:** от -  $M_N$  до +  $M_N$ . Знак минус означает кручение против часовой стрелки, знак плюс – кручение по часовой стрелке.

### 1.2.2 Электрические и метрологические параметры

<b>Класс точности</b>		<b>0,2</b>
Пределы основной допускаемой приведенной погрешности измерения номинального крутящего момента, включая нелинейность и гистерезис, не более	%	±0,2 (опция ±0,1)
Пределы дополнительной допускаемой погрешности измерения номинального крутящего момента, вызванной уходом нуля от изменения температуры окружающей среды, не более	%/10°C	±0,05
Разрядность АЦП	бит	16
Частота дискретизации	кГц	5,0
Напряжение питания постоянного тока	В	12...30
Мощность потребления, не более	Вт	5
Идентификация датчика		Автоидентификация
<b>Частотный выход (Декодеры: T23/10±5кГц, T23/60±30кГц; Блоки индикации: T42/10±5кГц, T42/60±30кГц)</b>		
Частота выходного сигнала при действии положительного номинального крутящего момента	кГц	15 (90)
Частота выходного сигнала при действии отрицательного номинального крутящего момента	кГц	5 (30)
Частота выходного сигнала при действии нулевого крутящего момента	кГц	10 (60)
Амплитуда выходного напряжения	В	5±1 (симметричный меандр)
Электрическое сопротивление нагрузки, не менее	кОм	2
<b>Аналоговый выход (Декодеры: T24/±5В; T24/±10В; Блоки индикации: T42/±5В; T42/±10В )</b>		
Выходное напряжение при действии положительного номинального крутящего момента	В	+5(+10)
Выходное напряжение при действии отрицательного номинального крутящего момента	В	-5(-10)
Выходное напряжение при действии нулевого крутящего момента	В	0
Электрическое сопротивление нагрузки, не менее	кОм	10
Частотный диапазон	Гц	0... 1000 (-1.5 dB)

<b>Аналоговый выход (Декодер Т24/4 ...20 мА; Блок индикации: Т42/4...20мА)</b>		
Выходной активный ток	мА	4...20
Выходной ток, соответствующий нулевому крутящему моменту	мА	12
Выходной ток, соответствующий положительному номинальному крутящему моменту	мА	20
Выходной ток, соответствующий отрицательному номинальному крутящему моменту	мА	4
Электрическое сопротивление нагрузки, не более	Ом	100
<b>Цифровой выход (Декодер Т45/USB; Блок индикации: Т42/USB)</b>		
Интерфейс		USB 2.0
Скорость передачи данных (Full-Speed)	Мбит/с	12
Гальваническая развязка между сигнальным входом и выходом		+
<b>Цифровой выход (Декодеры: Т46/RS485, Т46/RS232; Блоки индикации: Т42/RS485, Т42/RS232 )</b>		
Интерфейс		RS485; RS232
Протокол		MODBUS RTU
Скорость передачи данных	бод	2 400 – 115 200
Проверка четности		+
Гальваническая развязка между сигнальным входом и выходом		+
<b>Цифровой выход (Блок индикации Т42/Ethernet)</b>		
Интерфейс		Ethernet
Протокол		TCP/IP
Скорость передачи данных	Мбит/с	10; 100
Гальваническая развязка между сигнальным входом и выходом		+
<b>Цифровой выход (Блок индикации Т42/CAN)</b>		
Интерфейс		CAN2.0B
Скорость передачи данных	кбит/с	125; 250; 500; 1 000
Программируемый адрес на шине		-
Режим работы		пассивный; активный
Формат данных		float; fixed point
Гальваническая развязка между сигнальным входом и выходом		+
<b>Цифровой выход (Блок индикации Т42/USB-VCOM)</b>		
Интерфейс		Virtual COM-port (USB-CDC)
Скорость передачи данных		USB Full Speed
Протокол		Modbus RTU; Tilkom
Формат данных		float; fixed point
Гальваническая развязка между сигнальным входом и выходом		+
<b>Параметры датчика частоты вращения</b>		
Тип датчика		оптоэлектронный
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты вращения на цифровом выходе	%	$\leq \pm 0,1$
Минимальная измеряемая частота вращения	об/мин	30 <sup>1)</sup>
Амплитуда напряжения на выходе аналогового (частотного) декодера	V	5 $\pm$ 1
Количество импульсов на один оборот ротора на выходе аналогового (частотного) декодера		1, 60, 120
Сопротивление нагрузки на выходе аналогового (частотного) декодера	кОм	10

<sup>1)</sup> опционально минимальная измеряемая частота вращения: 1, 2, 4, 8, 10 или 20 об/мин

### 1.2.3 Параметры устойчивости и прочности к климатическим и механическим внешним воздействиям

Диапазон температур окружающей среды	°C	0...+60
Относительная влажность не более	%	80 при 35°C
Атмосферное давление	кПа	84...106,7 (630...800 мм рт.ст.)
Допускаемый диапазон температур в транспортной таре	°C	-10...+70
Относительная влажность в транспортной таре, не более	%	95 при 30°C
Допускаемая амплитуда виброускорений в диапазоне 10...55Гц в течение 1 часа	м/с <sup>2</sup>	40
Допускаемое количество ударов с пиковым ударным ускорением 400 м/с <sup>2</sup> и длит. ударного воздействия до 10 мс		1000
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015		IP 40

## 1.2.4 Механические параметры и эксплуатационные ограничения

Номинальный измеряемый крутящий момент, $M_N$	Н·м (кН·м)	200-300	500-1500	2к-3к	4к-6к	8к-15к	20к-30к	40к-60к	80к-120к	150к
Допускаемая осевая сила, прилагаемая к ротору	кН	3	8	16	28	32	80	120	180	200
Допускаемая радиальная сила, прилагаемая к ротору	Н	220	1 000	2 000	5к	10к	25к	50к	80к	100к
Допускаемый изгибающий момент, прилагаемый к ротору	Н·м	20	80	150	0,6к	0,6к	1,2к	2к	4к	5к
Крутильная жесткость	кН·м/рад	150	590	1050	2230	5600	14000	26000	50000	60000
Масса: ротор	кг	1,2	2,9	4,5	7,8	12,8	21,0	37,1	55,0	81,0
статор		0,2	0,4	0,4	0,5	1,0	1,1	1,2	1,4	1,4

Величины внешних нагрузок, осевой силы, радиальной силы и изгибающего момента, действующие на ротор, взаимосвязаны. Увеличение любой из нагрузок требует пропорционального уменьшения двух других. Указанная зависимость проиллюстрирована на графике.

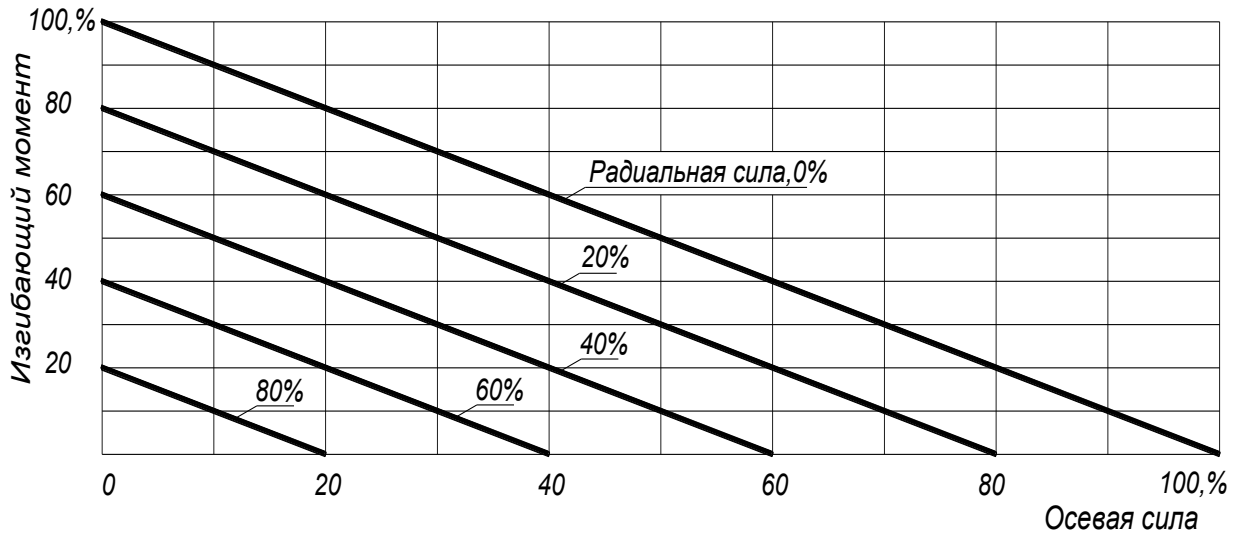


Рисунок 2 - Предельно допустимое сочетание внешних нагрузок

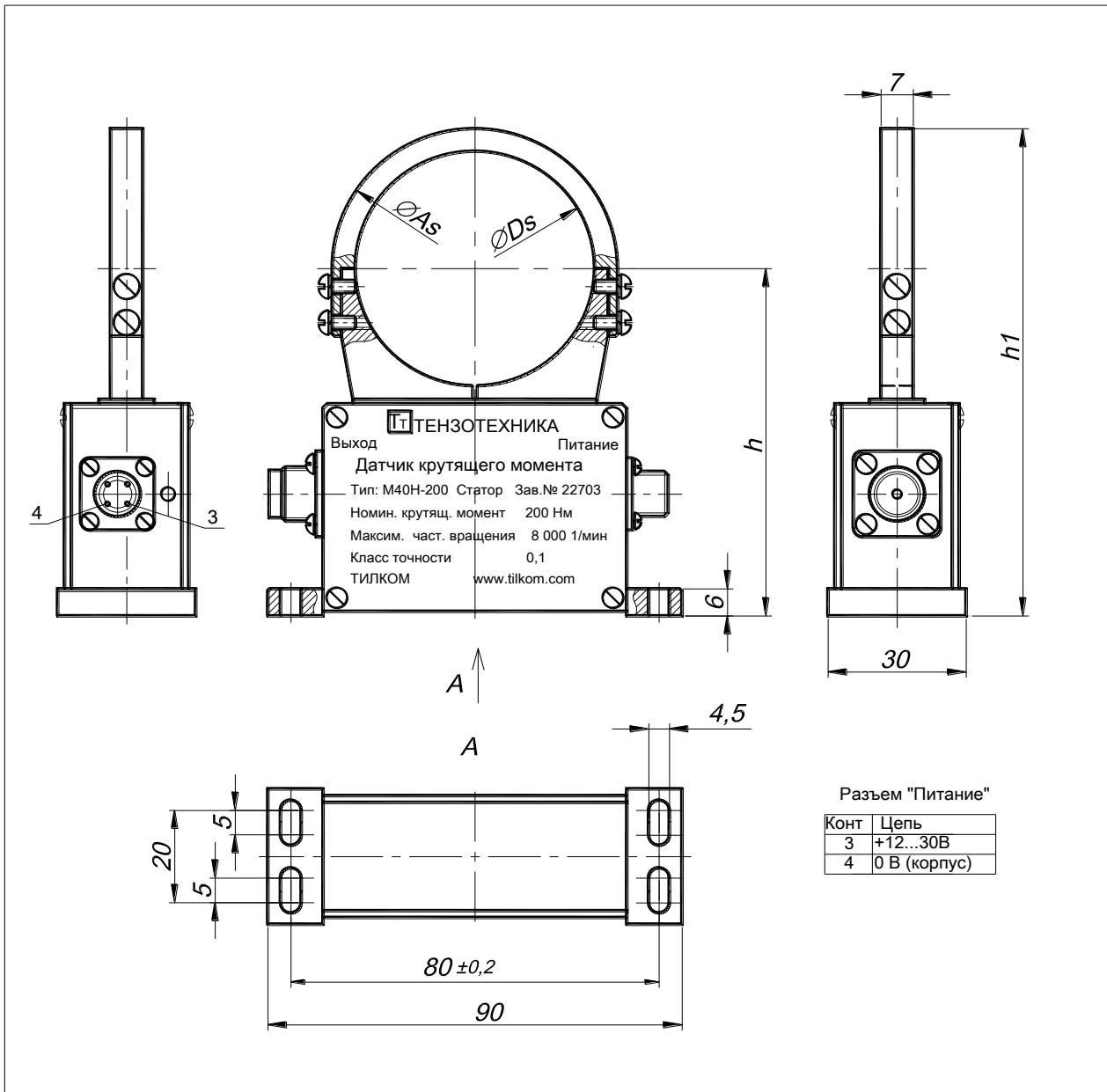


Рисунок 3а – Статор М40Н-200...300Нм. Габаритные и установочные размеры, мм

Тип	$\varnothing A_s$	$\varnothing D_s$	h	h1
М40Н-200...300	78	68	85	124

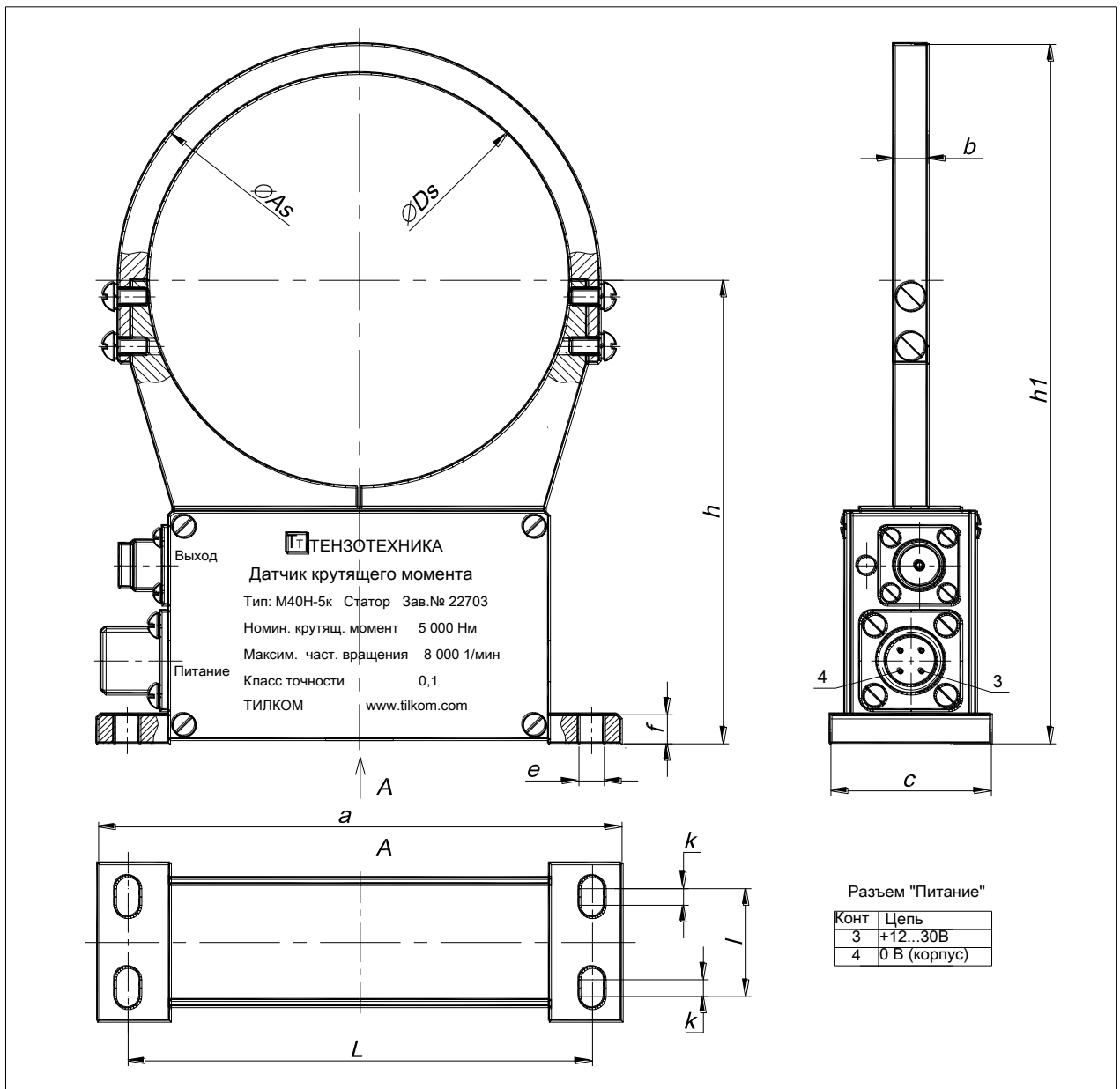


Рисунок 3б – Статор М40Н-500...3кНм. Габаритные и установочные размеры, мм

Тип	$\varnothing A_s$	$\varnothing D_s$	L	a	b	c	e	f	h	h1	k	l
М40Н-500... 1,5к	102	88	110 $\pm$ 0,2	124	8	38	6,0	7	106	157	4	26
М40Н-2к... 3к	114	100	110 $\pm$ 0,2	124	8	38	6,0	7	112	169	4	26



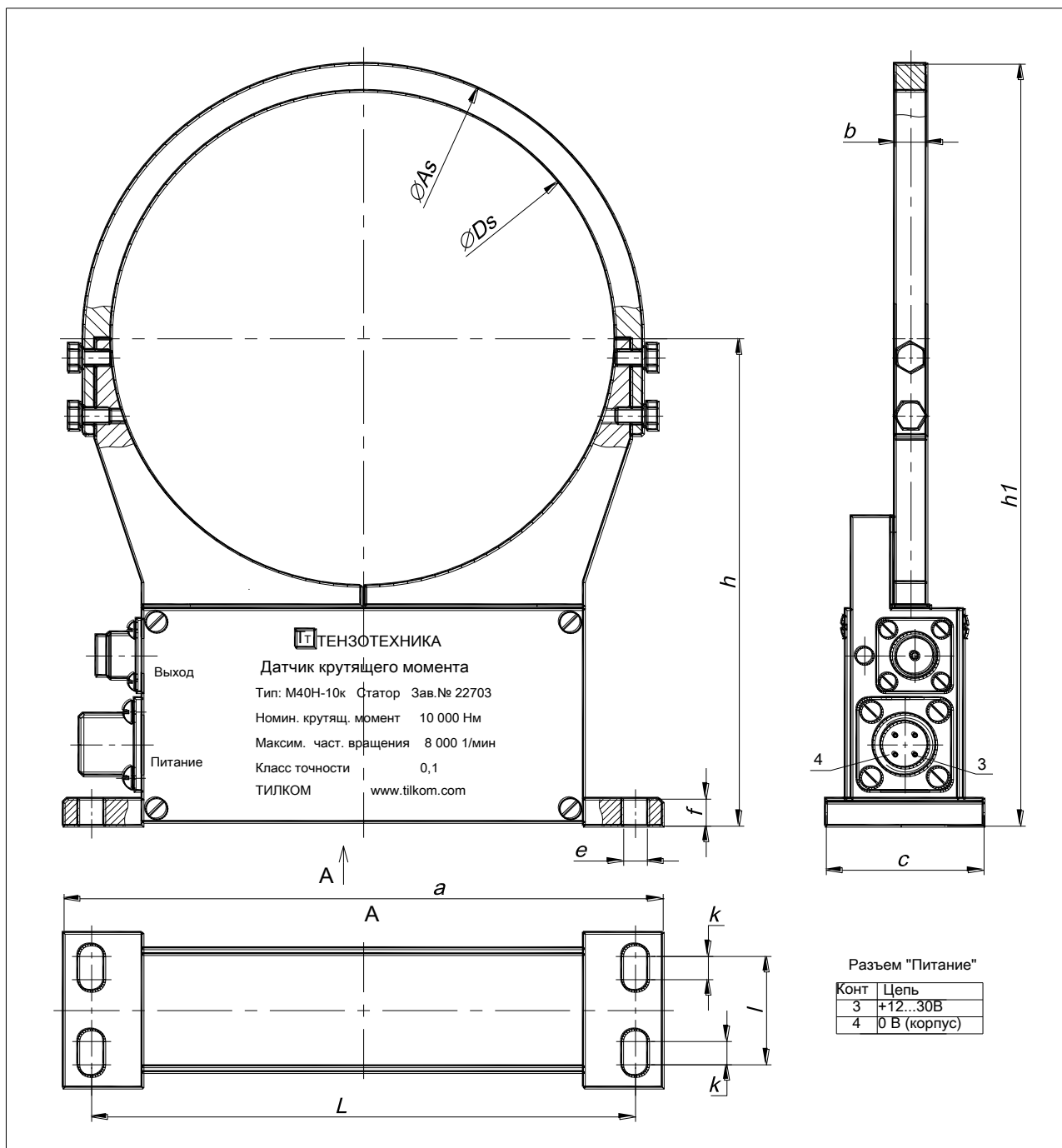


Рисунок 3в – Статор М40Н-4...150кНм. Габаритные и установочные размеры, мм

Тип	$\varnothing A_s$	$\varnothing D_s$	L	a	b	c	e	f	h	h1	k	l
М40Н-4к... 6к	142	128	138±0,2	152	8	40	7,0	7	126	197	16	28
М40Н-8к... 15к	160	146	138±0,2	152	8	40	7,0	7	135	215	16	28
М40Н-20к... 30к	198	180	160±0,2	176	10	42	7,0	8	155	254	19	29
М40Н-40к... 60к	238	220	190±0,2	206	10	42	7,0	8	175	294	19	29
М40Н-80к... 120к	268	250	190±0,2	206	10	42	7,0	8	190	324	19	29
М40Н-150к	268	250	190±0,2	206	10	42	7,0	8	190	324	19	29

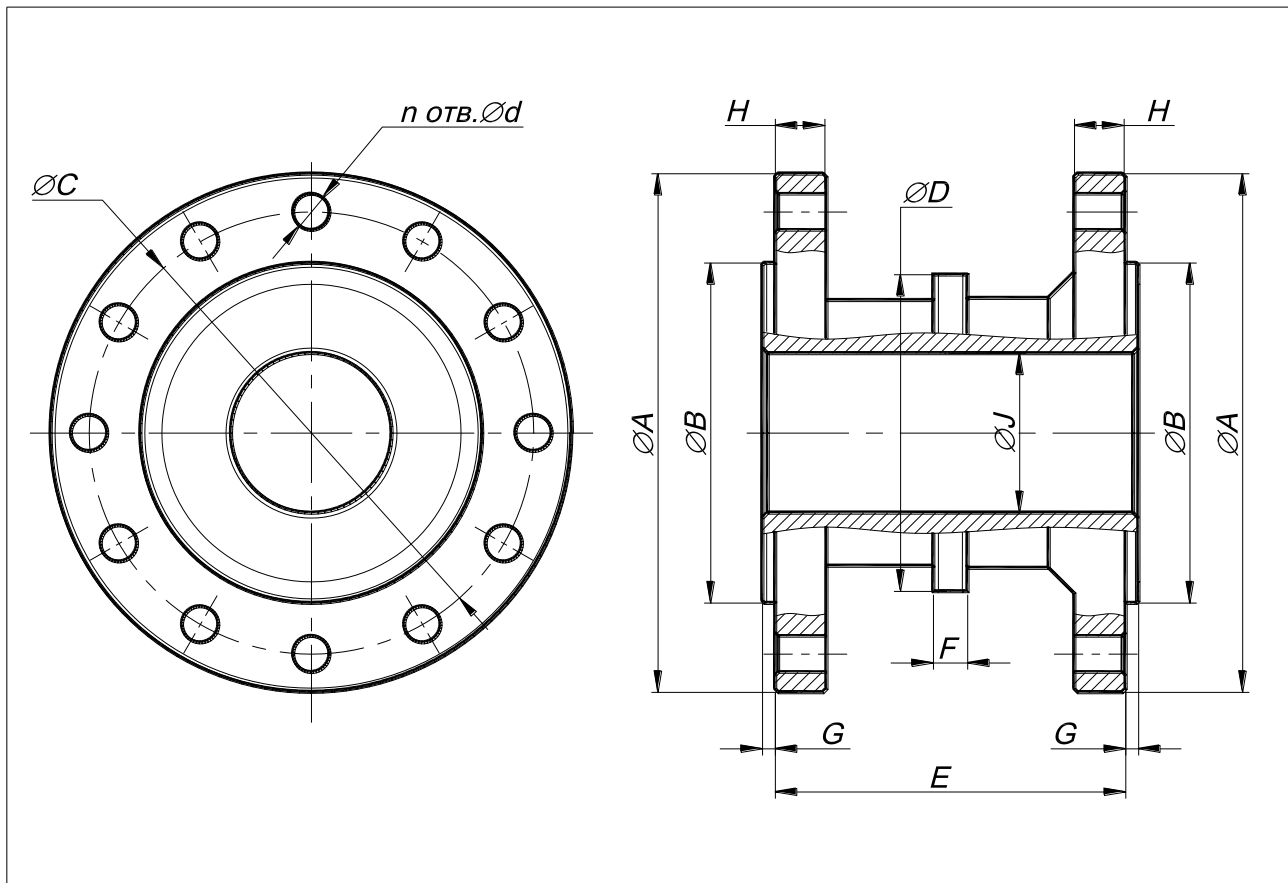


Рисунок 4 - Ротор. Габаритные и установочные размеры, мм.

Тип	ØA	ØB	ØC	ØD	E	F	G	H	ØJ	n	Ød
M40H-200... 400	90	60g6	76±0,10	61	68	9	3+0,14	8,0	34	8	6,4H12
M40H-500... 1,5к	122	80g6	104±0,10	80	82	9	3+0,14	12,0	50	12	8,5H12
M40H-2к... 3к	142	90g6	120±0,12	92	90	9	3+0,14	13,0	60	12	10,5H12
M40H-4к... 6к	175	110g6	150±0,25	120	100	9	3+0,14	16,0	80	16	13H12
M40H-8к... 15к	200	130g6	170±0,25	138	120	9	4+0,18	19,0	100	16	17H12
M40H-20к... 30к	242	160g6	204±0,25	171	140	10	4+0,18	22,0	120	16	19H12
M40H-40к... 60к	304	210g6	260±0,25	211	170	10	5+0,18	28,0	140	16	26H12
M40H-80к... 120к	376	220g6	320±0,25	241	190	10	6+0,22	32,0	160	16	32H12
M40H-150к	450	260g6	395±0,25	241	190	10	8+0,22	32,0	160	16	32H12

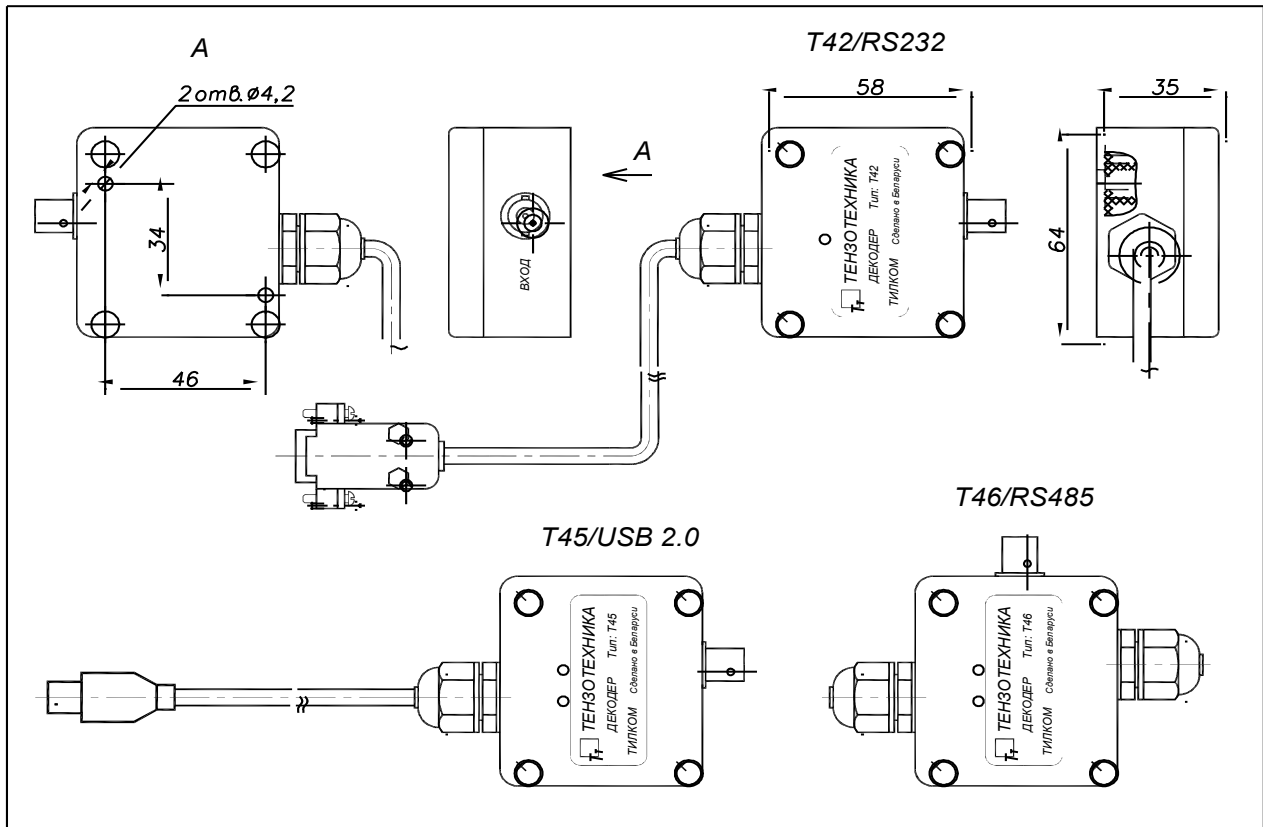


Рисунок 5 - Декодер цифровой Т42, Т45, Т46. Габаритные и установочные размеры, мм.

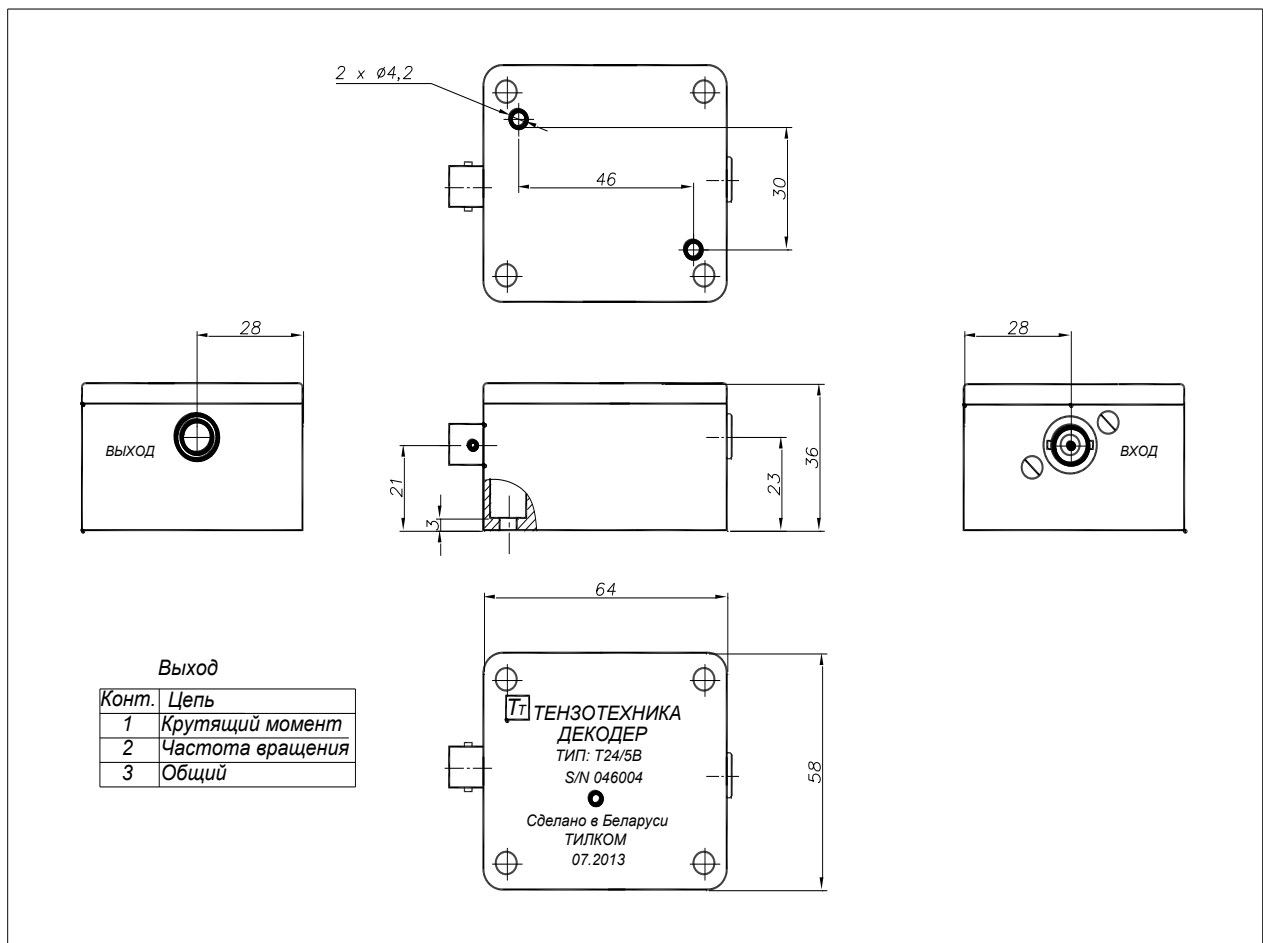


Рисунок 6 - Декодер аналоговый Т24. Габаритные и установочные размеры, мм.

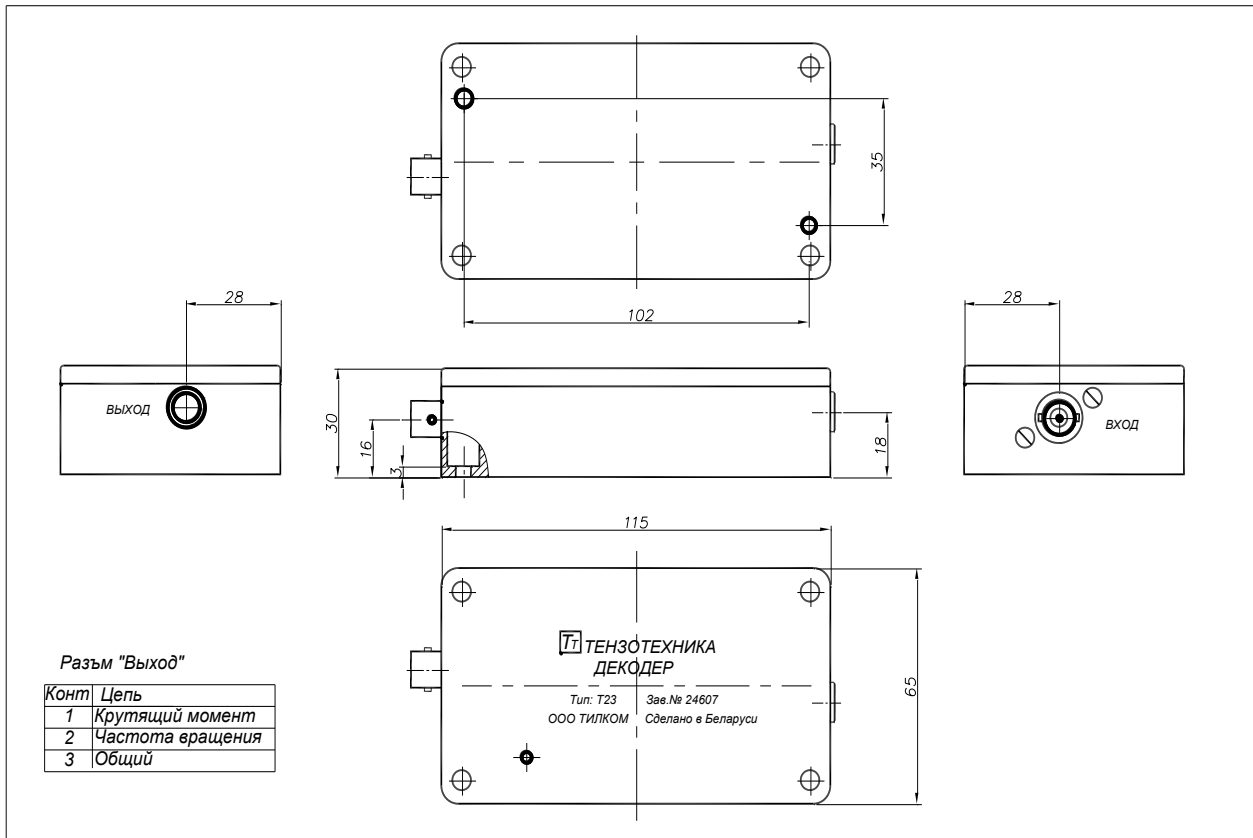


Рисунок 7 - Декодер частотный Т23, Т23/3, декодер аналоговый Т24/3, Т24/4...20мА/4...20мА.  
Габаритные и установочные размеры, мм

### 1.3 Состав датчика

#### 1.3.1 Комплект поставки

Датчик поставляется в следующем комплекте:

Ротор М40Н	ШТ	1
Статор М40Н	ШТ	1
Декодер частотный Т23 (розетка СР-50-73, вилка ТВ3М)	ШТ	-
Декодер аналоговый Т24 (розетка СР-50-73, вилка ТВ3М)	ШТ	1
Декодер цифровой Т45 (розетка СР-50-73, кабель USB 2.0 0,6м)	ШТ	-
Декодер цифровой Т46 (розетка СР-50-73, клеммная колодка)	ШТ	-
Кабель сигнальный (с двумя вилками СР-50-74 и СР-50-155), 5м	ШТ	1
Кабель сигнальный (с двумя вилками СР-50-74), 2м	ШТ	-
Разъем кабельный ТА3Ф	ШТ	1
Разъем кабельный 2РМ14	ШТ	1
Блок питания БНП5 18-0,3 с разъемом кабельным РС4ТВ	ШТ	-
Тройник СР50-95ФВ	ШТ	-
Программное обеспечение (для ОС Windows)	ЭКЗ.	1
Руководство по эксплуатации датчика М40Н с отметкой ОТК	ЭКЗ.	1
Руководство оператора (описание ПО «Датчик» на компакт-диске)	ЭКЗ.	1

#### 1.3.2 Дополнительное оборудование.

При установке датчика крутящего момента М40Н в валопровод исследуемой машины или испытательного стенда рекомендуется использовать дисковые компенсационные муфты серии МК, имеющие значительную осевую и угловую податливость при высокой крутильной жесткости. Муфты МК устраняют нагружение датчика осевыми, радиальными силами и изгибающим моментом, которые могут возникнуть вследствие несоосности валов, перекосов и других погрешностей монтажа. Технические характеристики, габаритные и установочные размеры муфт МК приведены в приложении.

Для отображения измеряемых величин крутящего момента, частоты вращения, механической мощности рекомендуется использовать следующие типы блоков индикации:

T40 – металлический корпус;  
 T41 – пластмассовый корпус;  
 T50 – увеличенные цифры на дисплее;  
 T42/USB – с цифровым выходом USB 2.0;  
 T42/Ethernet – с цифровым выходом Ethernet (TCP/IP);  
 T42/RS485 – с цифровым выходом RS 485 MODBUS RTU;  
 T42/RS232 – с цифровым выходом RS 232 MODBUS RTU;  
 T42/±10V, T42/±5V или T42/4...20mA – с аналоговым выходом;  
 T42/10±5 kHz – с частотным выходом;  
 T42/CAN – с цифровым выходом CAN 2.0;  
 T42/VCOM-USB – с интерфейсом Virtual COM-port (USB-CDC).

#### 1.4 Устройство и принцип работы

Общий вид датчика крутящего момента показан на рисунке 1. Датчик состоит из вращающейся части – ротора, неподвижной части – статора и декодера. Чертежи составных частей датчика с габаритными и установочными размерами представлены на рисунках 3, 4, 5, 6, 7.

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

Статор имеет корпус, на котором смонтированы два разъёмных кольца 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 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.

Через воздушный трансформатор, образованный кольцами статора и обмотками ротора, цифровой кодированный сигнал поступает на приёмник статора, где он усиливается и далее, по согласованному 50-Омному кабелю, поступает на вход декодера (цифрового, частотного или аналогового). В декодере происходит декодирование полученного сигнала и преобразование его в цифровой формат интерфейсов RS232, RS485, USB2.0, Ethernet, CAN, в частотную или аналоговую форму.

Электропитание электронного блока ротора и тензомоста осуществляется через воздушный трансформатор током высокой частоты.

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) формируется импульсы напряжения, в зависимости от модификации декодера равные 1, 60 или, 120 импульсам за один оборот ротора.

Точность измерения крутящего момента и надежность датчика обеспечивают ряд конструктивных мер. К ним относятся отсутствие скользящих электрических и механических контактов; высокая линейность, временная и температурная стабильность схем цифрового преобразования и декодирования сигналов; компенсация температурного ухода нуля, и рабочего коэффициента передачи тензометрической мостовой схемы, гальваническая развязка в цепях соединения ротора, статора, декодера.

Статор датчика имеет два электрических разъема: разъем для подключения питания и разъем выхода датчика (вилка типа CP-50). Расположения разъемов на статоре и схема расположения контактов на разъеме питания показаны на рисунке 3.

Цифровые декодеры T42, T45 и T46 выполнены в одинаковом корпусе, их габаритные и присоединительные размеры, а также расположение электрических разъемов показано на рис. 4.

Декодер цифровой T46(RS485) имеет разъем типа CP-50 для подключения датчика крутящего момента и гермовывод. **Поставочное состояние декодера имеет значение параметра «Скорость приема/передачи» - 115200 бод (115,2 кбит/сек).**

Декодер частотный T23 имеет разъем типа CP-50 для подключения датчика крутящего момента и разъем выходного сигнала. Расположение разъемов на декодере показано на рис. 7.

Декодер аналоговый T24 имеет разъем типа CP-50 для подключения датчика крутящего момента и разъем аналогового выходного сигнала. Расположение разъемов на декодере показано на рисунке 6.

Все декодеры получают электропитание от датчика крутящего момента по сигнальному кабелю.

При использовании интерфейса RS232, (USB 2.0) установка «нуля» датчика выполняется на персональном компьютере с использованием поставляемого в комплекте с датчиком ПО.

При использовании частотного выхода, установка «нуля» датчика выполняется на декодере T23 нажатием и удержанием кнопки «Уст 0». Расположение кнопки на плате частотного декодера показано на рисунке 8.

При использовании аналогового выхода, калибровка и установка «нуля» датчика выполняется на декодере T24. Расположение регулировочных потенциометров показано на рисунке 9.

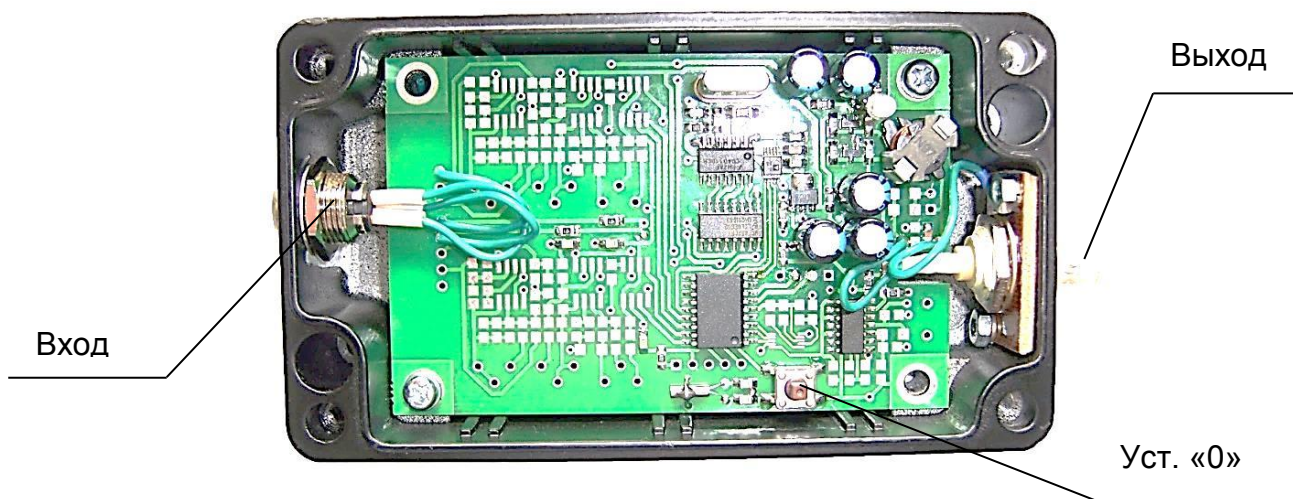
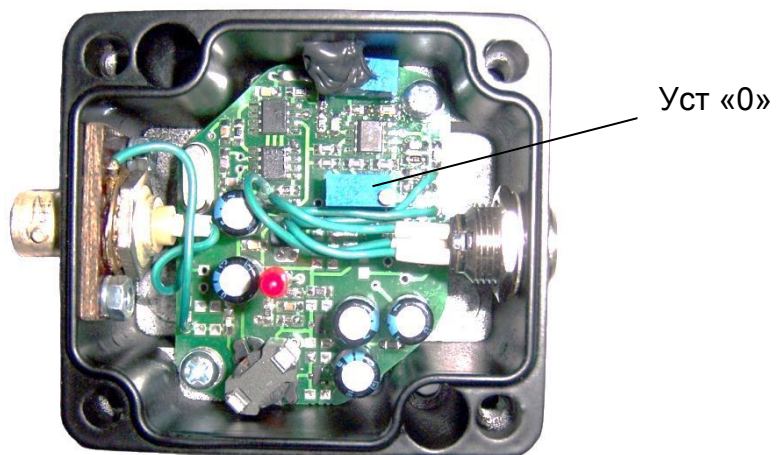
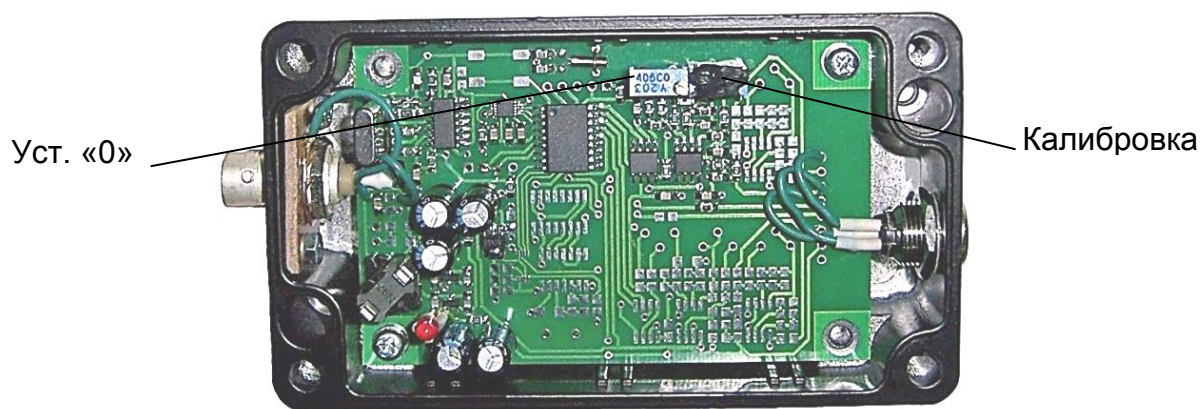


Рисунок 8 - Расположение регулировочных кнопок частотного декодера T23.

15



а)



б)

Рисунок 9 - Расположение регулировочных потенциометров аналоговых декодеров Т24(а) и Т24/3(б).

**Внимание!** Регулировка смещения «нуля» осуществляется не в датчике, а в каждом подключенном регистрирующем устройстве (персональном компьютере, блоке индикации, частотном или аналоговом декодере). Во избежание разночтений, при одновременном использовании нескольких регистрирующих устройствах, установку нуля следует производить во всех используемых устройствах одновременно, при полностью разгруженном датчике.

## 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 2.1. Эксплуатационные ограничения

При установке датчика крутящего момента на объект между двумя жесткими опорами, имеющими несоосность или перекося осей, могут возникнуть чрезмерные осевые или радиальные силы и изгибающий момент, которые увеличивают погрешности 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 1.2.4 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 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. Модельный ряд муфт МК разработан с учетом использования их для работы совместно с датчиками крутящего момента.

### 2.2. Подготовка к использованию

#### 2.2.1. Меры безопасности

Мероприятия по безопасным методам эксплуатации датчиков М40Н обеспечиваются общими требованиями к оборудованию, на котором датчики устанавливаются. Поскольку датчик имеет вращающиеся части, должно быть предусмотрено механическое ограждение, предотвращающее контакт людей с этими частями в процессе работы.

Напряжение питания датчиков не является опасным.

Датчики не оказывают вредного воздействия на окружающую среду.

#### 2.2.2. Монтаж

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

Монтаж датчика на испытательном стенде, или ином объекте может быть выполнен несколькими способами: с применением компенсационных муфт или карданного вала. Варианты установок показаны на рисунках 11-13.

Например, при монтаже датчика М40Н-5К с муфтами МК-5 (см приложение) необходимо иметь в виду следующее:

-допустимый перекося осей  $\Delta\varphi$  муфты МК-5 (номинальный крутящий момент 5000Нм) составляет  $0,8^\circ$ ;

-допустимое осевое смещение  $\Delta X$  составляет 1,8 мм ( $\pm 1,8$ мм от номинального положения);

-допустимое радиальное смещение  $\Delta r$

$$\Delta r = L \times \text{tg}\Delta\varphi = 142 \times 0,014 = 2,0 \text{ мм},$$

где  $L$  – расстояние между упругими элементами муфт.

Вышеприведенные значения перекося и осевого смещения являются предельно допустимыми. Если при монтаже датчика имеет место одновременно перекося и осевое смещение, допустимые их значения должны лежать в пределах, ограниченных графиком на рис. 10.

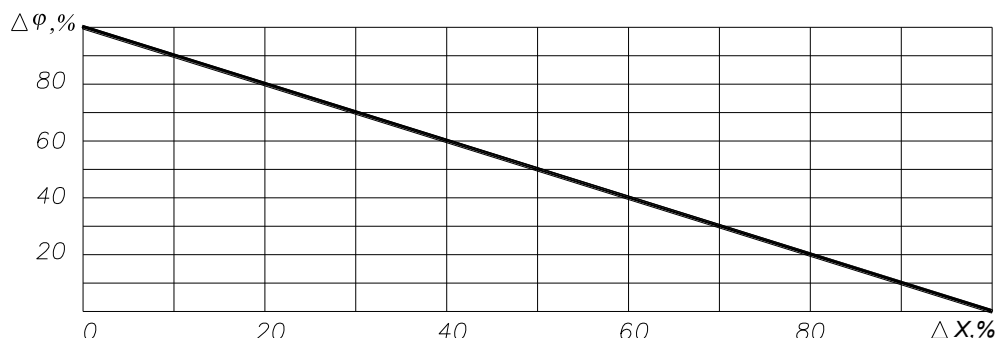


Рисунок 10- Допускаемые сочетания перекося и осевого смещения компенсационных муфт МК

Например, если при монтаже осевое смещение составило 0,9 мм (50% от предельно допустимого значения), то перекося осей должен быть не более 50% от предельно допустимого значения т.е.  $0,4^\circ$ , а максимальное радиальное смещение при этом может быть 1,0 мм (см. вышеприведенную формулу).



Класс прочности крепежных болтов и моменты их затяжки указаны в таблице ниже.

Тип датчика	Крепежные болты DIN 933	Класс прочности болтов	Момент затяжки болтов, Nm	Тип муфты МК	Длина болта для муфты МК, мм
M40H-200...300	M6	6.8	10	МК-02	20
M40H-500...1.5k	M8	8.8	25	МК-1	25
M40H-2k...3k	M10	8.8	50	МК-2	25
M40H-4k...6k	M12	8.8	90	МК-5	35
M40H-8k...15k	M16	9.8	200	МК-10	40
M40H-20k...30k	M18	12.9	340	МК-25	45
M40H-40k...60k	M24	12.9	820	МК-50	50
M40H-80k...120k	M30	12.9	2200	МК-100	75
M40H-150k	M30	12.9	2200	МК-150	75

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 кольца охватывали катушки ротора с равномерным зазором и минимальным осевым смещением (смещение 1...2 мм допустимо). Кольца статора, при установке, могут быть рассоединены путем отвинчивания винтов, стягивающих обе пары полуколец. При правильной установке статора относительно ротора загорается светодиод, расположенный на корпусе статора под разъемом питания.

**Зеленое свечение светодиода свидетельствует о нормальной работе датчика: на датчик поступает питание, а с ротора приходит измерительный сигнал.**

**Красное свечение светодиода свидетельствует о наличии питания, но отсутствии измерительного сигнала, поступающего с ротора на статор.**

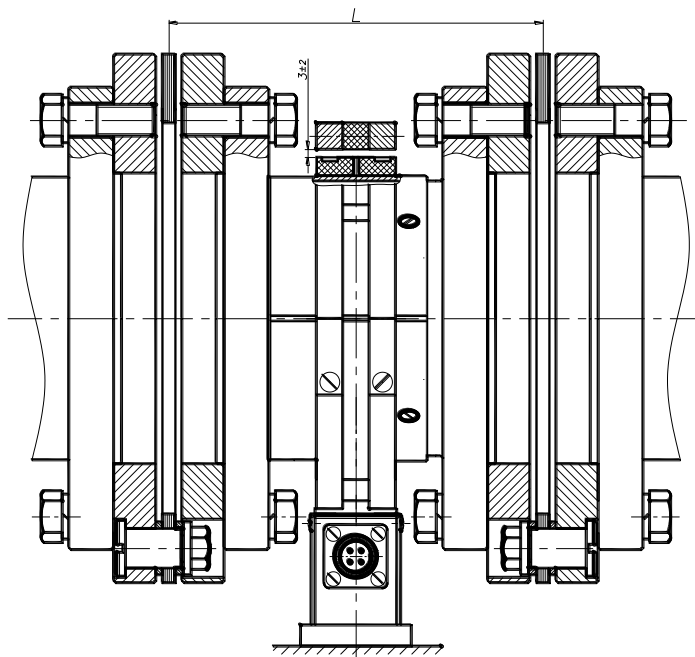


Рисунок 11 - Установка датчика с применением компенсационных муфт МК

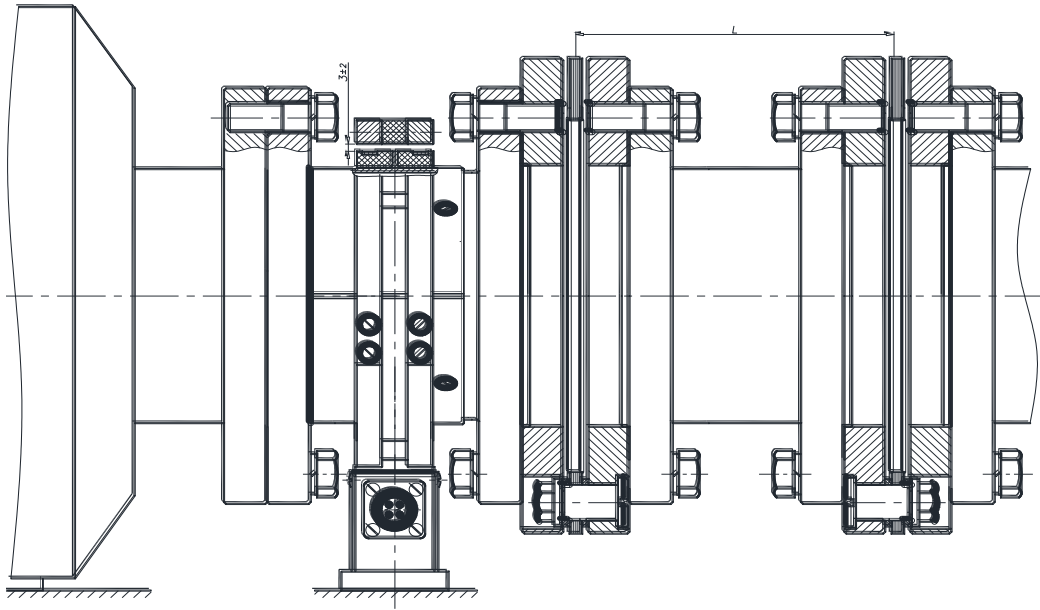


Рисунок 12 - Установка датчика с применением сдвоенной компенсационной муфты МК.

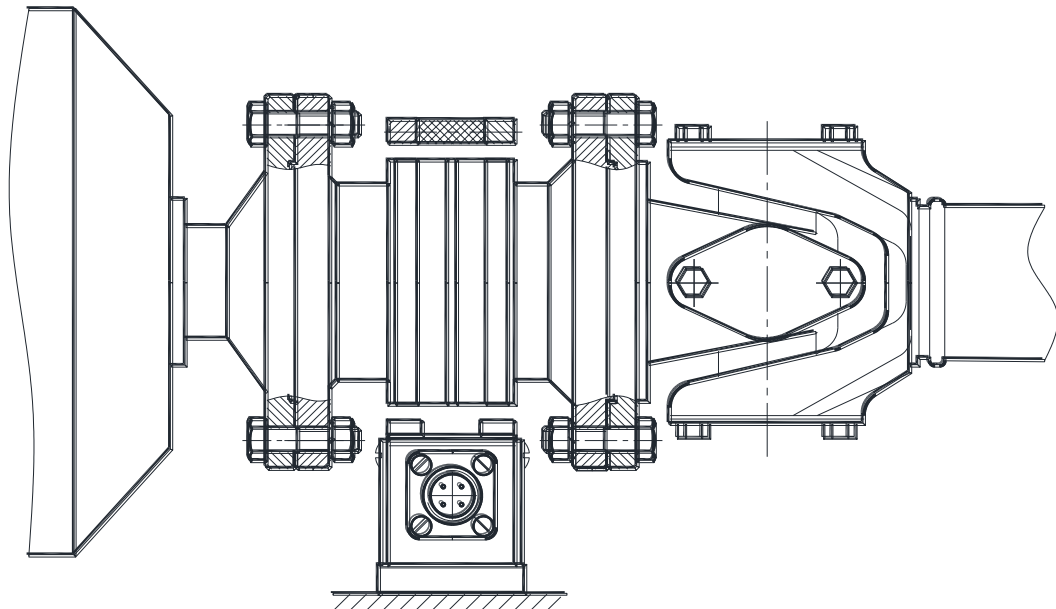


Рисунок 13 - Установка датчика с использованием карданного вала

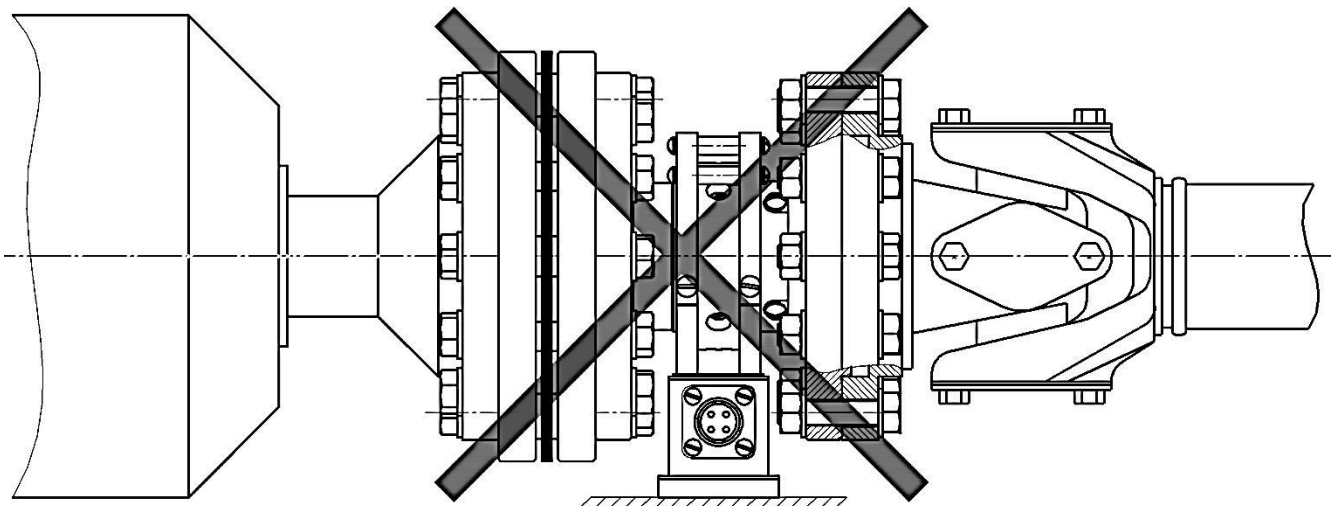


Рисунок 14 – Не допускается одновременное использование компенсационной муфты МК и карданного вала

### 2.2.3. Электрические соединения.

Расположение электрических разъемов на статоре и декодерах датчика крутящего момента, назначение контактов разъемов приведено на рисунках 3, 5, 6, 7.

Для отображения измеряемых датчиком величин крутящего момента и частоты вращения может использоваться компьютер с соответствующим программным обеспечением либо индикатор Т40, либо вольтметр и частотомер при использовании аналогового выхода.

**Внимание!** Во избежание выхода датчика из строя недопустимо короткое замыкание в сигнальном кабеле. Не допускается включение датчика при наличии короткого замыкания на выходе «Сигнал» или в сигнальном кабеле, а также возникновение короткого замыкания в процессе работы датчика. Короткое замыкание в кабеле может произойти вследствие механических повреждений, ударов, чрезмерного натяжения.

Для предотвращения повреждения сигнального кабеля рекомендуется использовать металлорукав или аналогичные средства защиты. Проверку кабеля на наличие короткого замыкания необходимо производить при обесточенном датчике и отключенном индикаторе или декодере т.к. их вход может иметь низкое сопротивление, что может привести к ошибке при проверке.

2.2.3.1. При использовании компьютера необходимо выполнить электрические соединения согласно схеме, показанной на рисунках 15.

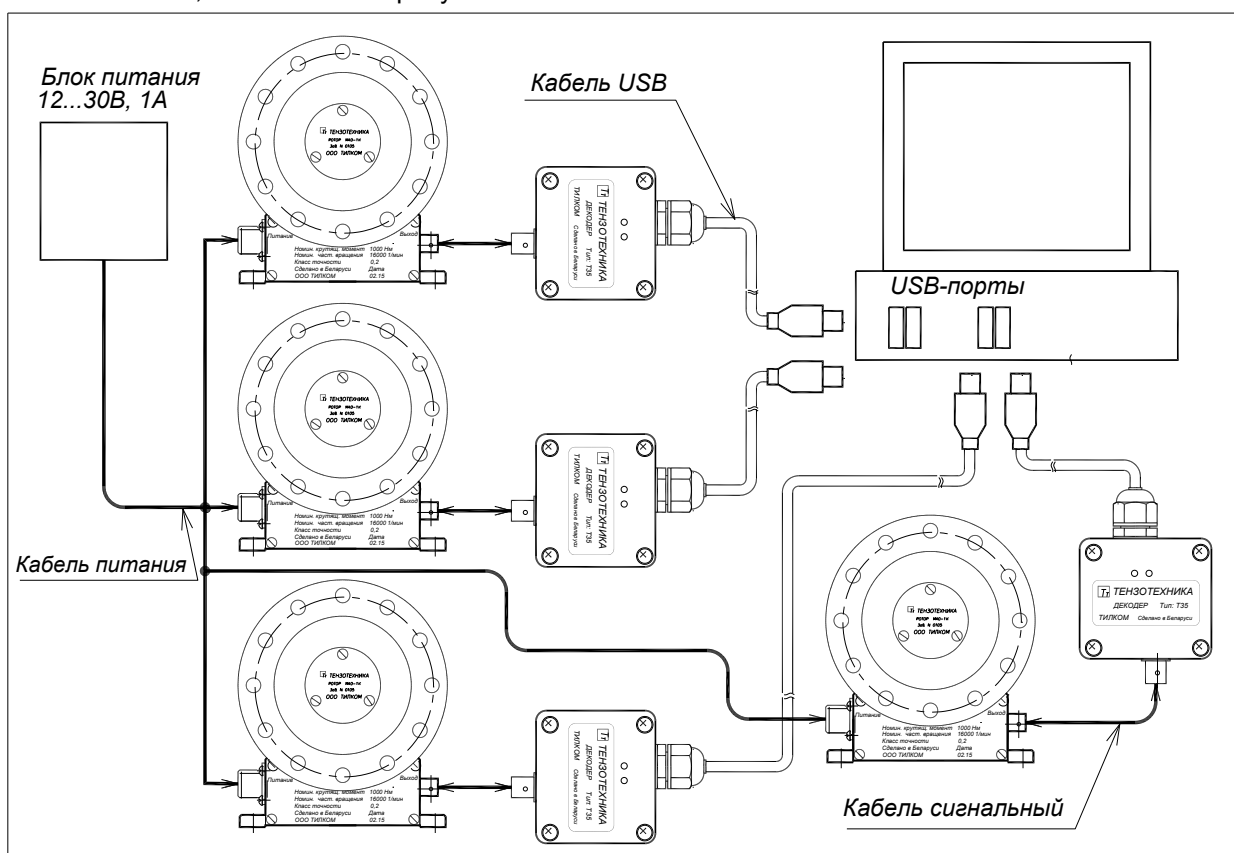


Рисунок 15 - Схема подключения датчиков к компьютеру через USB-порты.

2.2.3.2. При использовании блока индикации T40, T41, T42 или T50 необходимо выполнить электрические соединения согласно схеме, показанной на рисунке 16.

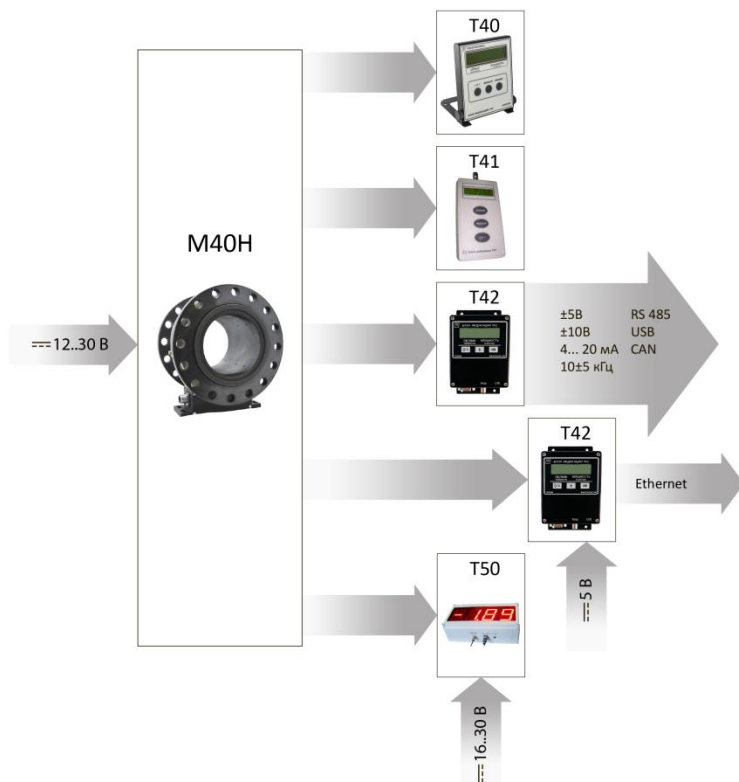


Рисунок 16 - Схема подключения датчика к блоку индикации.

2.2.3.3. При использовании компьютера совместно с блоком индикации T40 (T41) или аналоговым декодером (частотным декодером) необходимо выполнить электрические соединения согласно схеме, показанной на рисунках 17, 18. Схема подключения частотного декодера аналогична схеме подключения аналогового декодера.

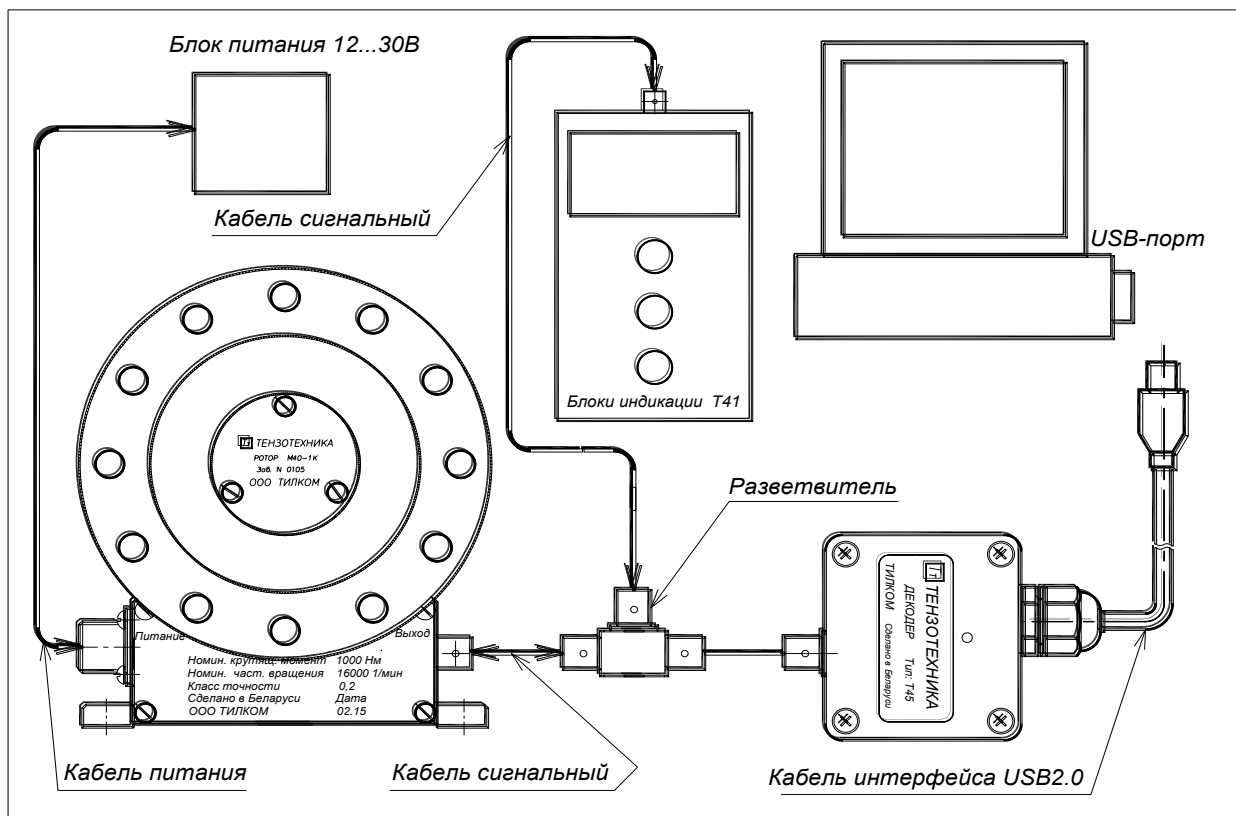


Рисунок 17- Схема подключения датчика к компьютеру и блоку индикации

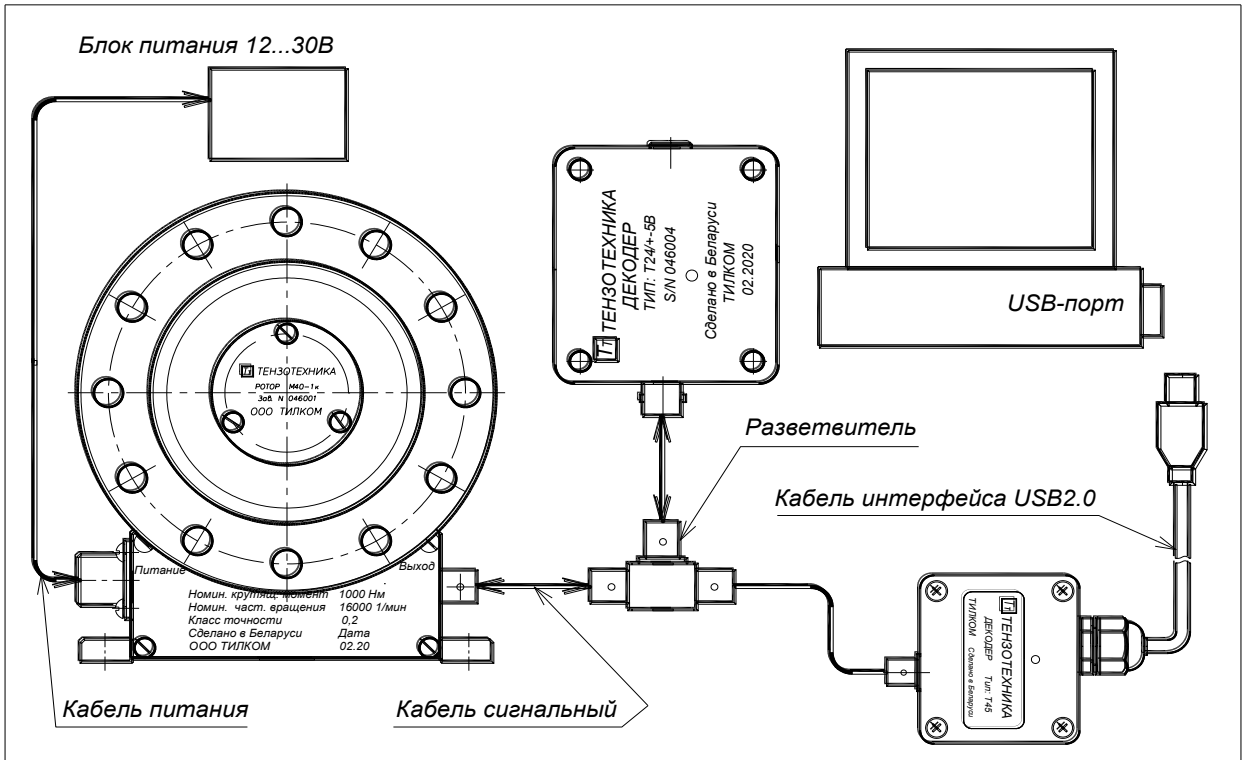


Рисунок 18 - Схема подключения датчика совместно к компьютеру и аналоговому декодеру Т24 (частотному декодеру Т23).

2.2.3.4 Подключения датчика к сети MODBUS с использованием интерфейса RS485 выполнить по схеме, приведенной на рисунке 19.

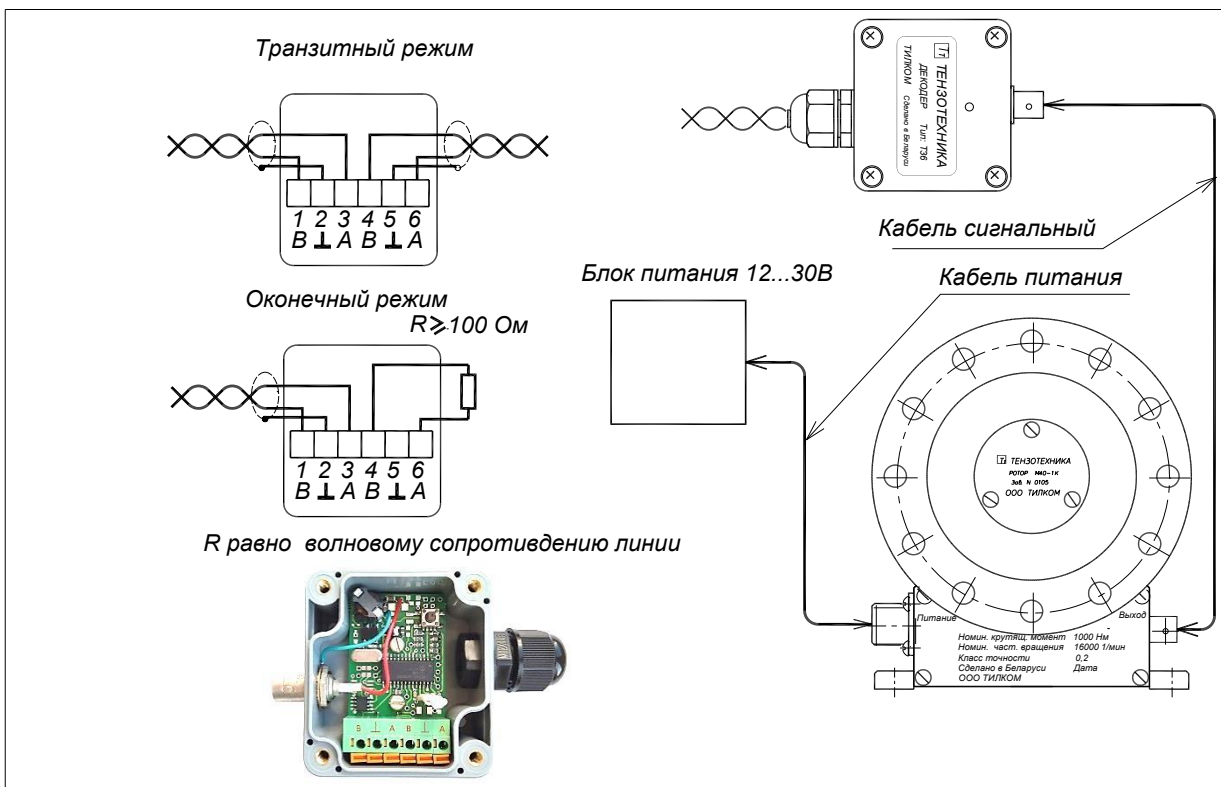


Рисунок 19 - Схема подключения датчика к декодеру Т46

2.2.3.5 Схема подключения регистрирующих приборов к выходам аналоговых декодеров Т24 (блока индикации Т42 с аналоговым выходом) приведены на рисунке 20.



Рисунок 20 - Схема подключения декодера Т24 и блока индикации Т42.

**Внимание!** Декодер Т24 и блок индикации Т42 с токовым выходом 4...20мА имеют активный выходной ток. Подключение любых источников питания к их выходу недопустимо.

**Внимание!** В целях повышения помехозащищённости датчика не рекомендуется прокладывать сигнальный кабель и кабель питания датчика совместно с силовыми кабелями в кабель-канале, трубе, галерее, лотке или связке.

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).

**Внимание!** Для уменьшения влияния сетевых помех от промышленного оборудования на датчик рекомендуется использовать комплектный источник питания или источник питания трансформаторного типа. **Избегать использования импульсных источников питания.**

## 2.3. Порядок работы

2.3.1. При использовании компьютера в качестве показывающего и регистрирующего прибора, включить электропитание датчика запустить программу мониторинга измерений на компьютере (см. описание программного обеспечения) и производить измерения и регистрацию измерений в соответствии с руководством оператора ПО «Датчик».

2.3.2. 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 (Т41, Т42).

2.3.3. Если непосредственно после монтажа датчика, при первом включении, наблюдается незначительное смещение нуля (в пределах  $\pm 2...3\%$  от номинальной величины) и при этом отсутствует нагружение датчика крутящим моментом, необходимо произвести регулировку. Регулировка смещения нуля может быть выполнена с помощью соответствующей функции программного обеспечения, посредством соответствующих кнопок блока индикации или частотного декодера, с помощью регулировочного потенциометра аналогового декодера.

2.3.4. Порядок работы датчика в сети MODBUS с использованием интерфейса RS485 или RS232, а также настройка параметров декодера Т46 и Т42 изложены в приложении 2 настоящего РЭ.

**Внимание!** Ротор и статор датчика должны быть с одинаковым заводским номером.

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

### 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Ввиду отсутствия в конструкции датчиков электрических щеточных контактов и подшипников, они не требуют технического обслуживания.

### 4. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ДАТЧИКА

4.1 Текущий ремонт датчика осуществляет предприятие-изготовитель.

4.2 Перечень возможных неисправностей датчика, которые могут быть устранены пользователем, приведены в таблице.

Возможная неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
Не работает или некорректно показывает датчик частоты вращения	загрязнение фотоприемника ротора (рис.3) и/или излучателя (инфракрасный светодиод) статора (рис.4)	очистить фотоприемник ротора и излучатель статора мягкой ветошью, смоченной спиртом
	засвечивание фотоприемника ротора источником инфракрасного излучения (например, от солнца)	установить кожух на датчик в качестве защиты от воздействия постороннего излучения
Отсутствуют показания датчика крутящего момента	отсутствует питание датчика;	проверить питание датчика;
	окислились контактные площадки полукольца статора;	1. отвинтить винты полукольца статора; 2. снять верхние полукольца; 3. зачистить контактные площадки (рис.3)

### 5. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

5.1. 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.

5.2. Транспортирование датчиков производится любым видом транспорта в закрытых транспортных средствах.

Предельные климатические условия транспортирования приведены в п.1.2.3 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. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

7.1. Изготовитель гарантирует соответствие выпускаемых датчиков требованиям настоящего РЭ, при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных в настоящем руководстве.

Гарантийный срок эксплуатации – 12 месяцев с момента ввода в эксплуатацию.

7.2. Действие гарантийных обязательств прекращается:

- по истечению гарантийного срока хранения, если датчик не введен в эксплуатацию до его истечения;
- по истечению гарантийного срока эксплуатации, если датчик введен в эксплуатацию до истечения гарантийного срока хранения;
- гарантийный срок эксплуатации продлевается на период от подачи рекламации до введения датчика в эксплуатацию силами предприятия-изготовителя.

### 8. СОДЕРЖАНИЕ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Датчики крутящего момента M40H не содержат драгметаллов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

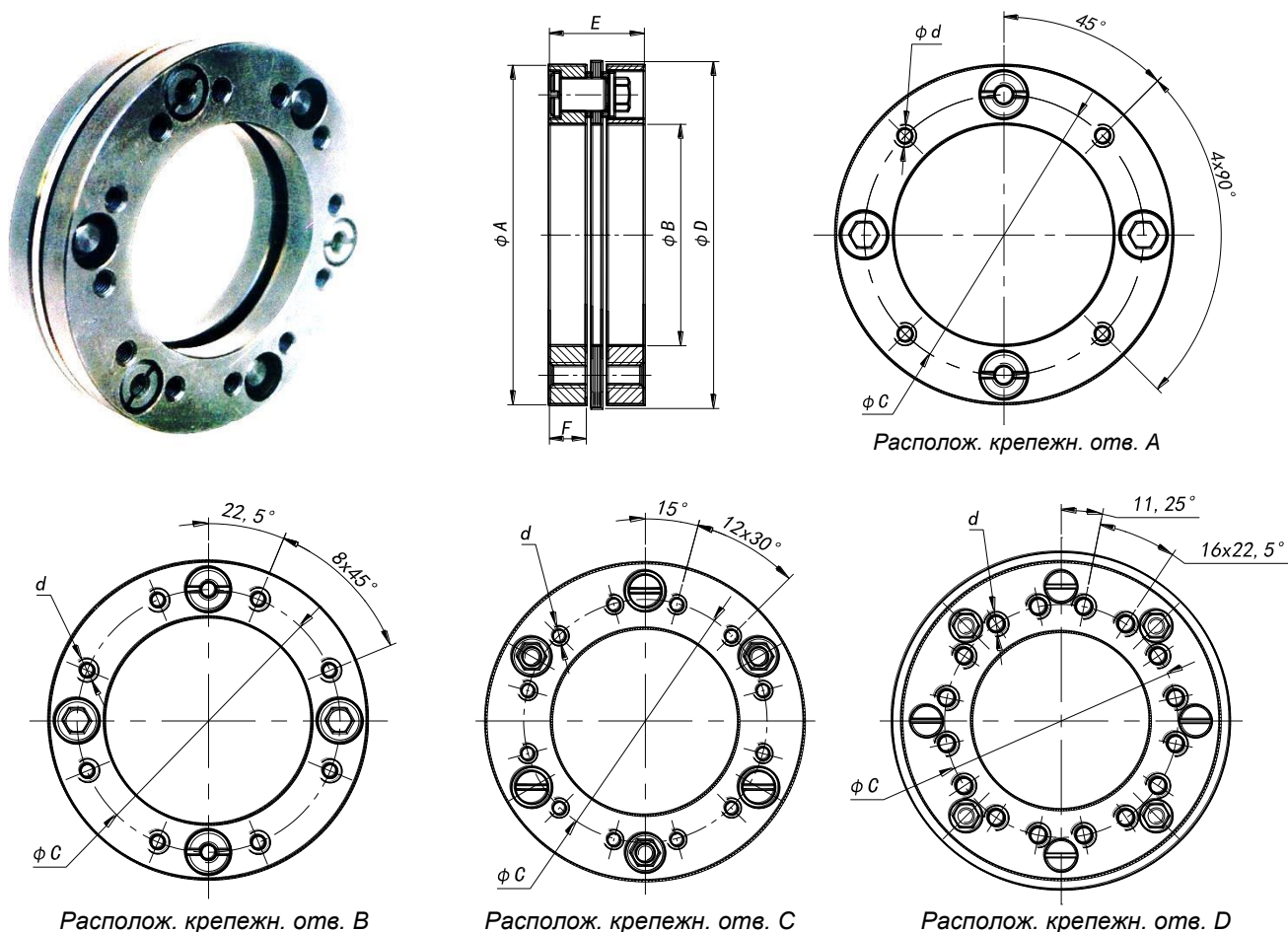
## Муфты дисковые компенсационные МК

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)



Тип	$M_N$ , кН·м	$M_{MAX}$ , кН·м	$\varnothing A$	$\varnothing B$	$\varnothing C$	$\varnothing D$	E	F	d	Расположение крепежн. отв.
МК-2Н	0,002	0,005	46	30H7	38±0,10	46	13,2	5,0	M3	A
МК-002	0,02	0,05	60	40H7	50±0,10	60	16,0	6,0	M4	B
МК-01	0,1	0,2	82	50H7	66±0,10	82	22,8	9,0	M5	B
МК-02	0,2	0,4	92	60H7	76±0,10	92	25,4	10,0	M6	B
МК-1	1,0	1,8	136	80H7	104±0,10	136	31,8	12,5	M8	C
МК-2	2,0	3,6	158	90H7	120±0,12	158	34,0	13,0	M10	C
МК-5	5,0	8,5	200	110H7	150±0,25	202	41,0	16,0	M12	D
МК-10	10,0	17,0	232	130H7	170±0,25	236	49,6	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	76,0	30,0	M24	D
МК-100	100,0	130,0	400	220H7	290±0,25	420	95,8	37,0	M30	D
МК-150	150,0	180,0	450	260H7	395±0,25	460	100,0	39,0	M30	D

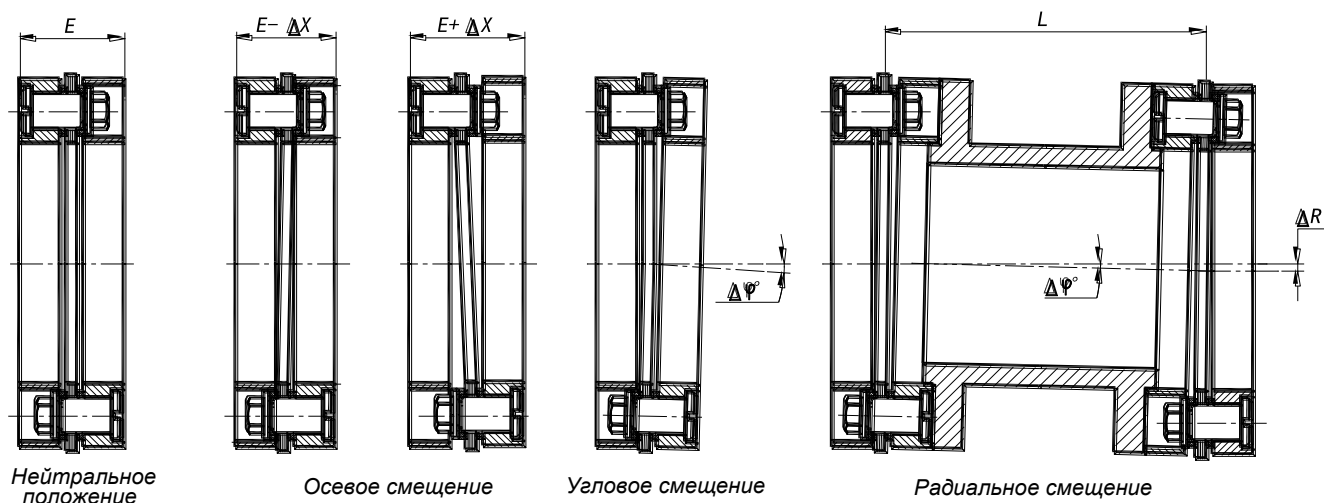


## Технические характеристики

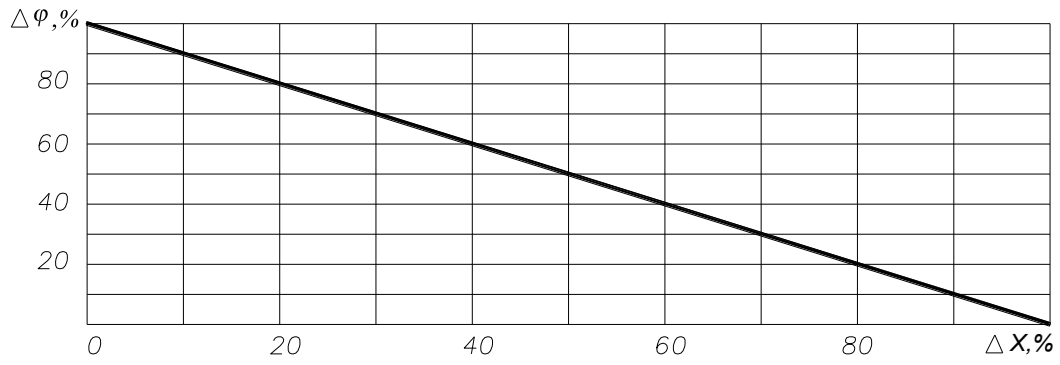
Параметр	Ед. измер.	МК-002 МК-2Н	МК-01	МК-02	МК-1	МК-2	МК-5	МК-10	МК-25	МК-50	МК-100	МК-150
Номинальный крутящий момент, $M_N$	кН·м	0,020 0,002	0,1	0,2	1	2	5	10	25	50	100	150
Максимальный крутящий момент, $M_{MAX}$	кН·м	0,050 0,005	0,2	0,4	1,8	3,6	8,5	17	35	70	130	180
Допускаемое осевое смещение, $\pm\Delta X_N$	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, $\Delta X_N$	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 <sup>-1</sup>	20 000	20 000	20 000	18 000	16000	10 000	8 000	7 000	6 000	5 500	5 000
Момент инерции	кгм <sup>2</sup>	0,00010 0,000012	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  $\Delta R$  определяется угловым смещением и зависит от расстояния между муфтами (размер  $L$ ):

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



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

