

Датчики крутящего момента

M27

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	4
1.3.1 Электрические и метрологические параметры.....	5
1.3.2 Параметры устойчивости к климатическим и механическим внешним воздействиям	7
1.3.3 Механические параметры датчиков M27 и эксплуатационные ограничения.....	7
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	10
2.1 Эксплуатационные ограничения	10
2.2 Меры безопасности	10
2.3 Монтаж.....	10
2.4 Электрические соединения.	10
2.5 Порядок работы	11
3 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.....	12
4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	12
5 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	12
6 УТИЛИЗАЦИЯ	12
7 СОДЕРЖАНИЕ ДРАГМЕТАЛЛОВ	12
8 ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	13

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с устройством, принципом действия и правилами использования датчика крутящего момента М27 (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 M27 предназначены для измерения крутящего момента, создаваемого ручным или механизированным инструментом для затяжки резьбовых соединений. Датчики M27 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 M27 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 "M27" 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 M27 с верхним пределом измерений 200 Н·м:

M27 – 200

датчика крутящего момента M27 с верхним пределом измерений 1000 Н·м:

M27 – 1к

Верхний предел измерений датчика M27 выбирается из ряда приведенного в табл. 1

Табл. 1 – Верхние пределы измерений датчиков M27, 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 *						
* – 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 включает в себя тензоэлемент торсионного типа, с наклеенными на него тензорезисторами, передатчик, катушки воздушного трансформатора питания и передачи данных, фотоэлектрический приёмник датчика частоты вращения. На концах ротора имеются присоединительные квадраты – с одной стороны внутренний, с другой – наружный. Ротор установлен в статоре на шарикоподшипниках.

Статор имеет корпус, внутри которого смонтированы катушки трансформатора питания и приёма данных. Внутри корпуса размещены также электронные блоки приемника сигнала, генератор питания и инфракрасный излучатель датчика частоты вращения. Корпус имеет монтажную площадку с резьбовыми отверстиями для фиксации статора. Для подключения питания и сигнального кабеля имеются два разъема.

С помощью присоединительных квадратов ротор датчика сопрягается с оборудованием пользователя. 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 выходе инфракрасного фотоприемника генерируется один импульс за один оборот ротора. Измерение частоты вращения производится методом измерения длительности периода вращения, путем

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

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 M27

1.3 Технические характеристики

Доступные варианты выходных сигналов/интерфейсов и модели вторичных устройств, обеспечивающих их приведены в табл. 2. Габаритные и установочные размеры датчиков приведены на рисунках 3 – 4.

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 Электрические и метрологические параметры

Класс точности		0,1
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения крутящего момента, включая нелинейность и гистерезис	% от M _E	±0,1
Температурный уход нуля, 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		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 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$\pm$5 кГц (60$\pm$30 кГц, 120$\pm$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 $\pm$ 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 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) ¹⁾		
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 ¹⁾		
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	°C	+5...+50
Относительная влажность, не более	%	80 при 35°C
Атмосферное давление	мм рт.ст.	630...800
Диапазон температур окружающей среды 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 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 М27 и эксплуатационные ограничения

М _Е , Н·м	F _А , кН	F _Р , Н	М _В , Н·м	F _{РСТ} , Н	п _{МАХ} , об/мин	М _{МАХ} , % от М _Е	т, кг
5...10	0,5	10	0,5	10	6 000	150	0,8
12...25	1,0	30	2,0	30	6 000		0,8
30...100	1,5	80	10,0	50	4 000		1,1
120...250	3,0	120	20,0	50	4 000		1,3
300...500	3,0	120	20,0	50	4 000		2,8
600...1к*	8,0	600	80,0	100	4 000		2,9

М_Е – верхний предел измерений датчика,

F_А – предельно допустимая осевая сила, приложенная к ротору,

F_Р – предельно допустимая радиальная сила, приложенная к ротору,

F_{РСТ} – предельно допустимая радиальная сила, приложенная к ротору,

М_В – предельно допустимый изгибающий момент, приложенный к ротору,

п_{МАХ} – предельно допустимая частота вращения,

М_{МАХ} – предельно допустимый крутящий момент,

т – масса датчика.

* – 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. 2.

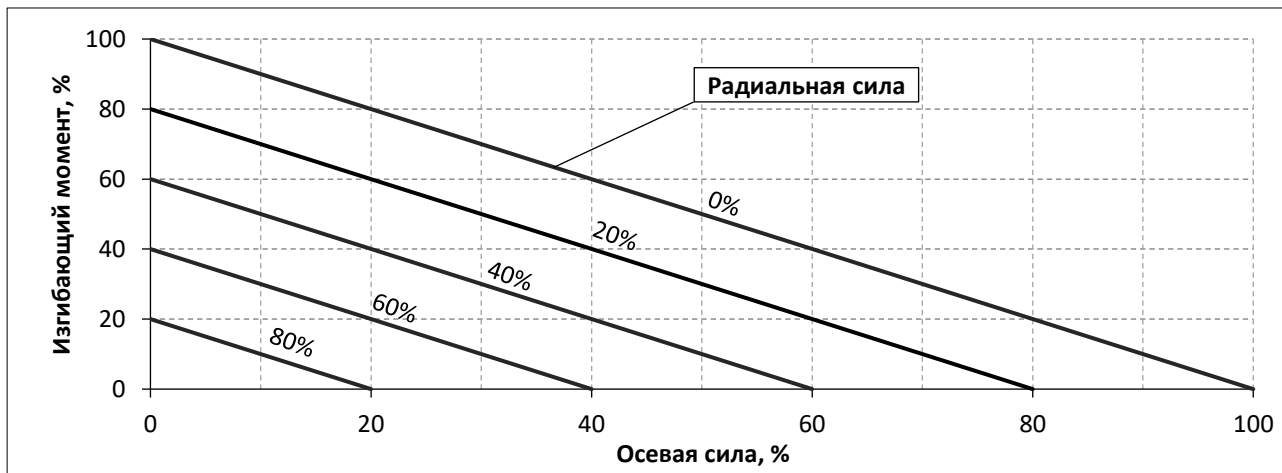


Рис. 2 – Предельно допустимые для датчиков М27 сочетания внешних нагрузок

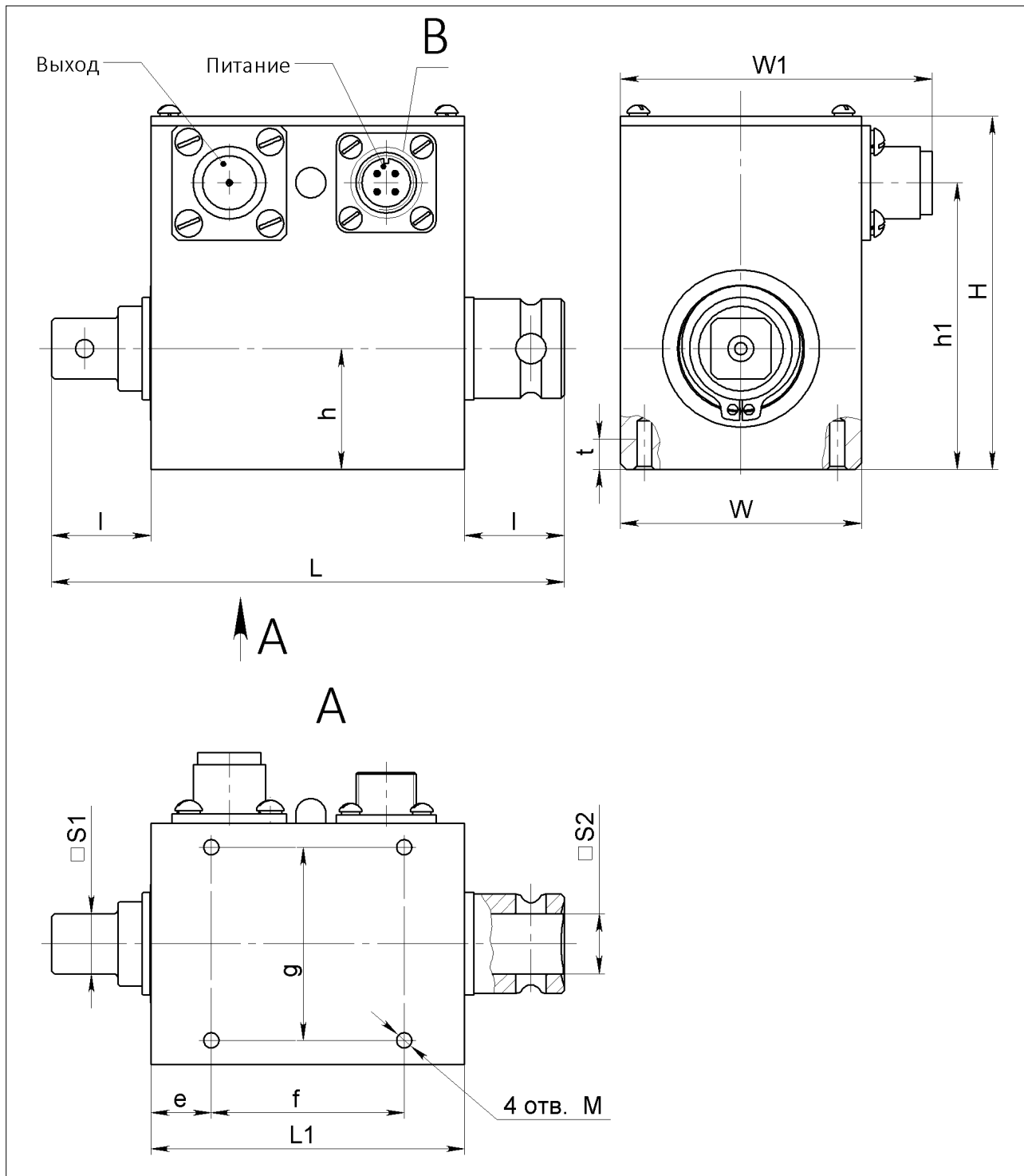


Рис. 3 – Датчики M27-5...M27-250. Габаритные и установочные размеры, мм

$M_E, H \cdot m$	L1	W	W1	H	h	h1	L	L2
5... 25	55	45	57	61	22	49	87	16
30... 100	55	51	63	68	26	56	97	21
120... 250	55	55	67	72	28	60	103	24

M _E , Н·м	Присоединительный квадрат				e	f	g	k	M
	наружный		внутренний						
	ISO 1174-2	□S1	ISO 1174-2	□S2					
5... 25	F10	9,53 _{-0,07}	G10	9,58 ^{+0,09}	11,5	32±0,1	32±0,1	5	M3
30... 100	F12,5	12,70 _{-0,07}	G12,5	12,76 ^{+0,11}	8,5	38±0,1	38±0,1	6	M4
120... 250	F12,5	12,70 _{-0,07}	G12,5	12,76 ^{+0,11}	8,5	38±0,1	40±0,1	6	M4

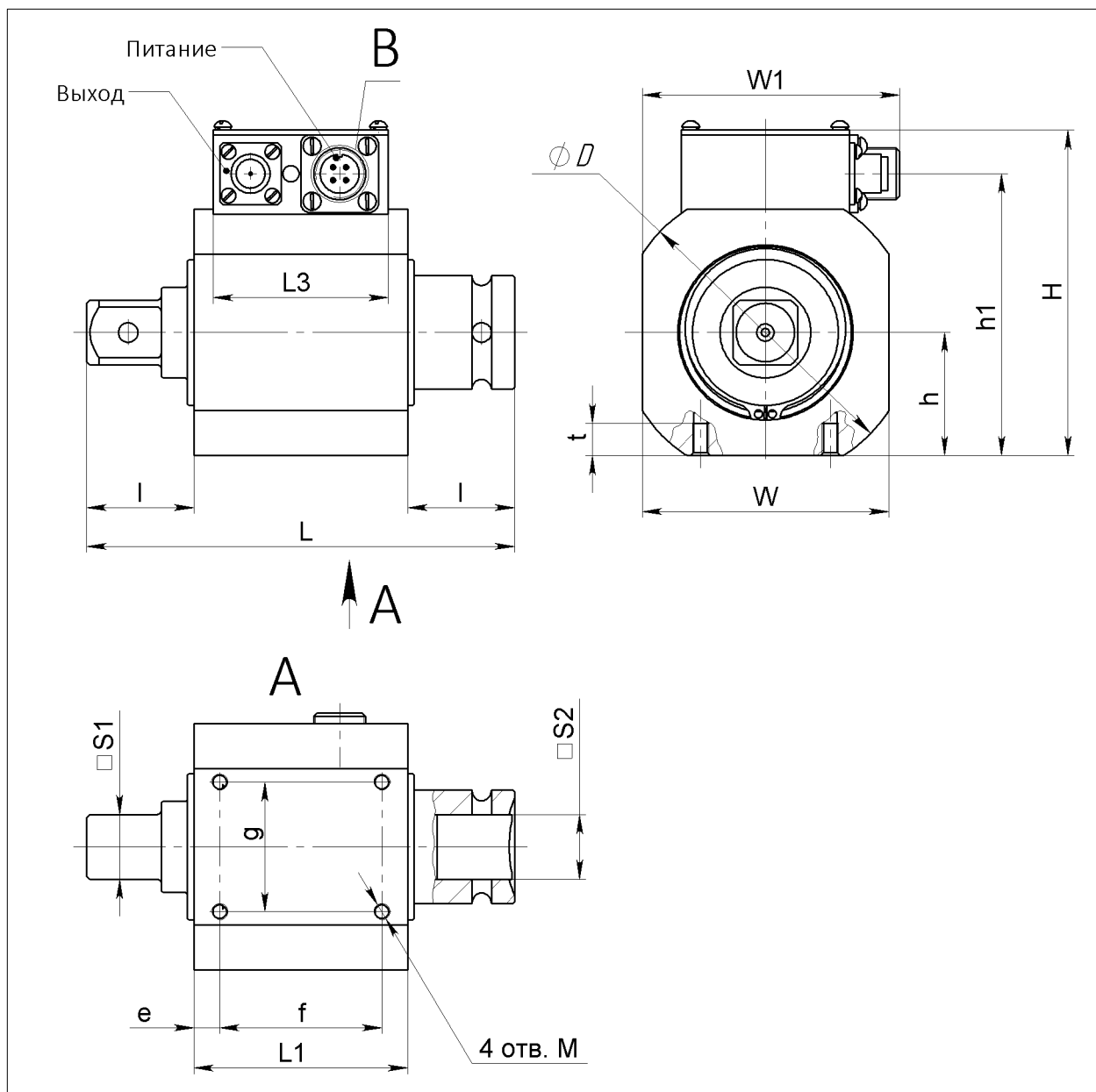


Рис. 4 – Датчики М27-300...М27-1к. Габаритные и установочные размеры, мм

М _Е , Н·м	L1	W	ØD	W1	H	h	h1	L	L2
300... 500	66	76	90	78	102	38	88	132	33
600... 1k	66	76	90	78	102	38	88	132	33

M _E , Н·м	Присоединительный квадрат				e	f	g	k	M
	наружный		внутренний						
	ISO 1174-2	□S1	ISO 1174-2	□S2					
300... 500	F20	19,05 ^{-0,08}	H20	19,11 ^{+0,13}	13	40±0,1	42±0,1	8	M5
600... 1k	F25	25,40 ^{-0,08}	H25	25,46 ^{+0,13}	13	40±0,1	42±0,1	8	M5

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 М27 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

Датчик крутящего момента М27 может работать в любом монтажном положении (горизонтальном, вертикальном или наклонном).

ВНИМАНИЕ! При работе с датчиком М27 статор должен быть зафиксирован от поворота.

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 помехозащищенности 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 М27 к блоку индикации или декодеру используется сигнальный кабель из комплекта поставки. Внешний вид кабеля и его условное обозначение показаны на рис. 5.



Рис. 5 – Сигнальный кабель: а – внешний вид, б – изображение на схемах

Схема подключения датчика М27 к вторичному оборудованию показана на рис. 6.

Разъем «**ВЫХОД**» на статоре датчика соединяется сигнальным кабелем с разъемом «**ВХОД**» блока индикации или декодера. При этом резьбовой разъем кабеля (CP50-155) соединяется с датчиком, байонетный разъем (CP50-74) – с блоком индикации или декодером.

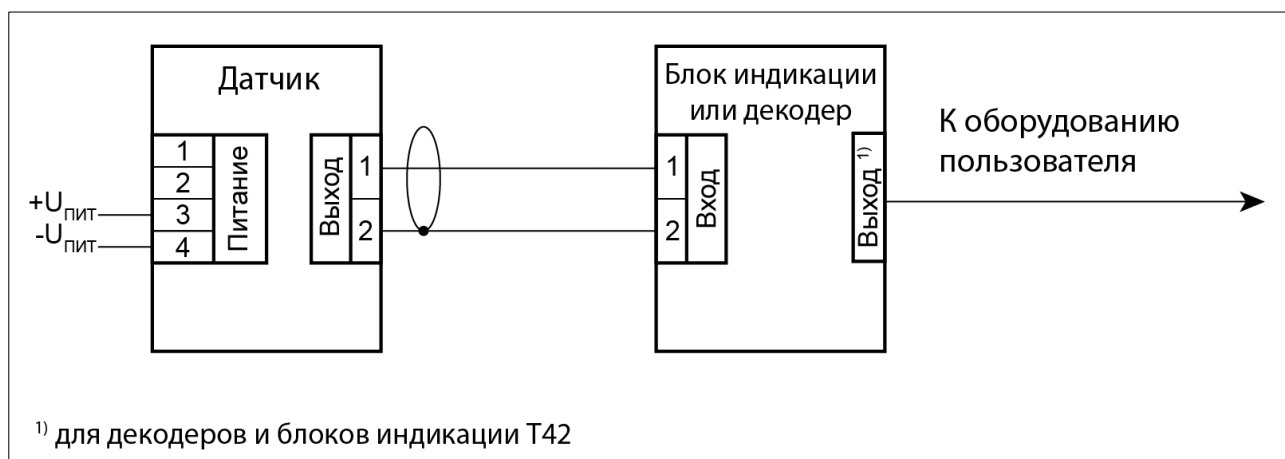
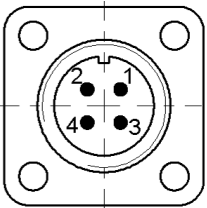


Рис. 6 – Схема подключения датчика M27 к вторичному оборудованию

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 T40 (T42, T41).

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 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 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 М27 следует включить его при выключенных источниках помех.

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

Табл. 4 – Индикация состояния датчика М27

Сигнал индикатора	Состояние устройства	Действия персонала (при необходимости)
зеленый	питание подключено, статор принимает сигнал ротора	–
красный	подключено питание, отсутствует сигнал ротора	убедиться в отсутствии помех
отсутствует	нет питания	проверить подключение блока питания, целостность кабелей

4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Датчики М27 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 1.3.2 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 М27 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).