



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»

  
А.Д. Меньшиков

М.п.

«14» 12 2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

ДАТЧИКИ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА СИЛЫ TF

Методика поверки  
РТ-МП-86-445-2022

г. Москва,  
2022 г.

## 1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики крутящего момента силы TF (далее – датчики), применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственному первичному эталону ГЭТ 149 Государственный первичный эталон единицы крутящего момента силы

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений.

## 2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки средств измерений должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которыми выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик	Да	Да	9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 Если при проведении той или иной операции получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают, датчик признают непригодным к применению и переходят к оформлению результатов поверки в соответствии с разделом 11.

## 3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +25
- относительная влажность воздуха, % от 20 до 80

## 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- ознакомленные с эксплуатационной документацией на датчик;
- прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4.2 Для проведения поверки достаточно одного специалиста.

## 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 20 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 2$ %	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
п. 9 Определение метрологических характеристик	Средство измерений крутящего момента силы: диапазон измерений от 0,1 до 20000 Н·м, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,05$ %	- Установка для поверки датчиков крутящего момента силы Norbar 21400, диапазон измерений от 0,05 до 2,5 Н·м, (рег. № 67157-17). - Установка для поверки датчиков крутящего момента силы Norbar 21421, диапазон измерений от 5 до 100 Н·м, (рег. № 40491-09). - Государственный вторичный эталон единицы крутящего момента силы в диапазоне значений от 20 до 20000 Н·м, регистрационный № 3.1.ZMA.0054.2013.
<i>Примечание – допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

## 6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на датчик и средства поверки, правилам по технике безопасности, действующим на месте проведения поверки.

## 7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие датчика следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида датчика и комплектации, указанному в описании типа средства измерений и эксплуатационной документации, в том числе соответствие идентификационной табличке;

- поверхности корпуса датчика чистые и не имеют существенных дефектов лакокрасочных покрытий, механических повреждений и следов коррозии;
- надписи и обозначения на датчике не повреждены и легко читаются;
- кабели и соединительные разъёмы кабелей и датчика не имеют повреждений и искажений формы;
- присоединительные фланцы датчика и адаптеров не имеют деформаций, препятствующих их подсоединению к тракту передачи крутящего момента силы, сколов и трещин.

7.2 Внешний осмотр считают положительным, если по результатам проверки датчик соответствует всем вышеперечисленным требованиям.

## **8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверяют наличие действующих свидетельств о поверке или аттестатов на средства поверки;
- датчик и средства поверки приводят в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- контролируют условия поверки: датчик и средства поверки должны быть выдержаны в помещении, где будет проводиться поверка, не менее 4 ч.

8.2 При проведении опробования необходимо выполнить следующие действия:

- датчик устанавливают на эталонную установку, (далее – эталон) в соответствии с требованиями эксплуатационной документации;
- при первичной поверке датчик нагружают не менее трех раз крутящим моментом силы, превышающим верхний предел измерений на 10 %, если это позволяют сделать технические характеристики эталона, с выдержкой под действием приложенной нагрузки в каждом случае не менее одной минуты;
- при периодической поверке после установки датчика на эталон, его предварительно нагружают и разгружают три раза крутящим моментом силы, равным верхнему пределу измерений ( $M_{вх.пр.}$ ). Продолжительность выдержки под нагрузкой при каждом нагружении должна составлять не менее 30 с;
- после снятия третьей предварительной нагрузки датчик выдерживают в течение не менее трех минут для стабилизации нулевых показаний.

8.3 Результаты опробования считают положительными, если показания датчика не имеют тенденции к монотонному изменению во время выдержки под нагрузкой.

## **9. Определение метрологических характеристик средства измерений**

9.1. Проверка выходного значения электрического сигнала при верхнем пределе измерений значений крутящего момента силы осуществляют с помощью калибратора универсального, подключаемого к соответствующим диагоналям мостовой электрической схемы датчика.

Диапазон измерений крутящего момента силы датчика и выходное значение электрического сигнала при номинальном значении крутящего момента силы датчика, должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Модификация	Диапазон измерений крутящего момента силы, Н·м	Пределы допускаемой погрешности измерений крутящего момента силы приведенной к верхнему пределу измерений, %*
TF 307	±10	±0,1; ±0,2; ±0,5
TF 309	±20	±0,1; ±0,2; ±0,5
TF 310	±50	±0,1; ±0,2; ±0,5
TF 311	±100	±0,1; ±0,2; ±0,5
TF 312	±200	±0,1; ±0,2; ±0,5
TF 313	±500	±0,1; ±0,2; ±0,5
TF 314	±1000	±0,1; ±0,2; ±0,5
TF 315	±2000	±0,1; ±0,2; ±0,5
TF 316	±5000	±0,1; ±0,2; ±0,5
TF 317	±10000	±0,1; ±0,2; ±0,5
TF 318	±20000	±0,1; ±0,2; ±0,5
TF 319	±20000	±0,1; ±0,2; ±0,5
TF 320	±20000	±0,1; ±0,2; ±0,5
TFHS 307	±10	±0,1; ±0,2; ±0,5
TFHS 309	±20	±0,1; ±0,2; ±0,5
TFHS 310	±50	±0,1; ±0,2; ±0,5
TFHS 311	±100	±0,1; ±0,2; ±0,5
TFHS 312	±200	±0,1; ±0,2; ±0,5
TFHS 313	±500	±0,1; ±0,2; ±0,5
TFHS 314	±1000	±0,1; ±0,2; ±0,5
TFHS 315	±2000	±0,1; ±0,2; ±0,5
TFHS 316	±5000	±0,1; ±0,2; ±0,5
TFHS 317	±10000	±0,1; ±0,2; ±0,5
TFHS 318	±20000	±0,1; ±0,2; ±0,5
Выходное значение электрического сигнала при верхнем пределе измерений крутящего момента силы датчика, В		5
Выходное значение электрического сигнала при двукратной перегрузке датчика, В		±10

\* - значение погрешности указано в сертификате калибровки на датчик крутящего момента силы

9.2 Определение допускаемой погрешности измерений крутящего момента силы, приведенной к верхнему пределу измерений датчика

Установленный на эталон датчик равномерно нагружают, а затем разгружают ступенями нагрузки от 0,1 до 1,0 диапазона измерений, при этом число точек нагружения в диапазоне измерений должно быть не менее пяти. Нагружения проводят плавно (без ударов и рывков). Перемены знака нагрузки до окончания нагружения не допускаются. В случае несоблюдения этого требования цикл повторяют. Количество циклов нагружения: не менее трёх. Перед началом каждого цикла нагружения, если это возможно, показания датчика и эталона устанавливают на нуль. В каждой *i*-ой точке диапазона измерений для каждого *j*-ого цикла фиксируют показания датчика при нагружении ХК<sub>i</sub> (прямой ход) и при разгрузке Х'К<sub>i</sub> (обратный ход), которые в дальнейшем используют при расчётах метрологических характеристик датчика.

## 10. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

По полученным результатам измерений рассчитывают средние арифметические

значения крутящего момента силы для прямого и обратного хода отдельно по формулам (1) и (2) соответственно:

$$\overline{X_{Ki}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n X_{Ki}, \quad (1)$$

$$\overline{X_{Ki}'} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n X_{Ki}', \quad (2)$$

где  $n$  – число циклов нагружения.

Рассчитывают абсолютное значение оценки систематической составляющей погрешности в  $i$ -ой точке диапазона ( $\Delta_{cKi}$ ) по формуле (3):

$$\Delta_{cKi} = \frac{\overline{X_{Ki}} + \overline{X_{Ki}'}}{2} - M_{Ki}, \quad (3)$$

где  $M_{Ki}$  – значение крутящего момента силы по эталону в  $i$ -ой точке диапазона, Н·м

Рассчитывают абсолютное значение вариации показаний в  $i$ -ой точке диапазона ( $h_{Ki}$ ) по формуле (4):

$$h_{Ki} = |\overline{X_{Ki}} - \overline{X_{Ki}'}|. \quad (4)$$

Рассчитывают абсолютное значение среднеквадратического отклонения случайной составляющей погрешности в  $i$ -ой точке диапазона ( $S_{0i}$ ) по формуле (5):

$$S_{0i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{Ki} - \overline{X_{Ki}})^2 + \sum_{i=1}^n (X_{Ki}' - \overline{X_{Ki}'})^2}{2n-1}} + \frac{h_{Ki}^2}{12}. \quad (5)$$

Рассчитывают границы суммарной абсолютной погрешности датчика в  $i$ -ой точке диапазона ( $\Delta_{Ki}$ ) по формуле (6):

$$\Delta_{Ki} = 2 \sqrt{S_{0i}^2 + \frac{\Delta_{cKi}^2}{3}}. \quad (6)$$

Рассчитывают допускаемую погрешность измерений крутящего момента силы приведенной к верхнему пределу измерений датчика в  $i$ -ой точке диапазона ( $\delta_{пр}$ ), % по формуле (7):

$$\delta_{пр} = \frac{\Delta_{Ki}}{M_i} \cdot 100, \quad (7)$$

где  $M_i$  – верхний предел измерений крутящего момента силы датчика, Н·м.

За окончательное значение допускаемой погрешности измерений крутящего момента силы приведенной к верхнему пределу измерений датчика ( $\delta_M$ ), % принимают результат, полученный по формуле (8):

$$\delta_M = \max(\delta_{пр}), \quad (8)$$

где  $\max(\delta_{пр})$  – максимальное значение допускаемой погрешности измерений крутящего момента силы приведенной к верхнему пределу измерений в диапазоне ее нормирования.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если допускаемая погрешность измерений крутящего момента силы приведенная к верхнему пределу измерений не превышает значения указанного в таблице 3.

## 11. Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту разделов 7 - 10 настоящей методики поверки. Рекомендованная форма протокола поверки приведена в Приложении А.

11.2 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

11.4 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

Начальник лаборатории № 445  
ФБУ «Ростест-Москва»



Д.В. Косинский

Начальника сектора 445-2  
ФБУ «Ростест-Москва»



А.В. Колдашов

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(Рекомендуемое)  
**Форма протокола поверки**

Протокол (первичной / периодической) поверки № \_\_\_\_\_ «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ г.  
Датчик крутящего момента TF , модификация \_\_\_\_\_, зав. № \_\_\_\_\_.

Диапазон измерений: \_\_\_\_\_ Н·м  
Поверка проведена на \_\_\_\_\_

Условия поверки: влажность \_\_\_\_\_%; температура, \_\_\_\_\_°С: до начала измерений \_\_\_\_\_, в конце измерений \_\_\_\_\_

Результаты внешнего осмотра: \_\_\_\_\_

Результаты опробования: \_\_\_\_\_

Результаты определения метрологических характеристик:

Эталонное значение крутящего момента силы, $M_{ki}$ , Н·м	Показания датчика в циклах нагружения, $X_{ki}'$ , Н·м			Ср. зн., $\frac{X_{ki}, X_{ki}'}{N}$ , Н·м	Значения составляющих погрешности, Н·м				Допускаемая погрешность измерений крутящего момента силы приведенная к верхнему пределу измерений, $\delta_{пр}$ , %	Макс. значение допускаемой погрешности измерений крутящего момента силы приведенной к верхнему пределу измерений, $\delta_M$ , %
	1	2	3		Сист. $\Delta_{ски}$	Вариация, $h_{ki}$	СКО $S_{oi}$	Сумм., $\Delta_{ki}$		
0										
0										

Поверку провел \_\_\_\_\_