

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

М.П.

«30» января 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Измерители крутящего момента силы TES

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-709-2025

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на измерители крутящего момента силы TES (далее – ИКМС), производства Shanghai UB Machinery Co., Ltd, Китай, применяемых для измерений крутящего момента силы по/против часовой стрелки при проведении поверки и калибровки средств измерений в качестве рабочего эталона 2-го разряда и/или в качестве средств измерений согласно государственной поверочной схемы для средств измерений крутящего момента силы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2152 от «06» сентября 2024 г.

1.2 Поверка ИКМС соответствии с настоящей методикой поверки обеспечивает передачу единицы силы методом прямых измерений от рабочих эталонов 1-го разряда в соответствии с документом «Государственная поверочная схема для средств измерений крутящего момента силы», утвержденным приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2152 от «06» сентября 2024 года, что обеспечивает прослеживаемость к гэт149-2023 «Государственный первичный эталон единицы крутящего момента силы».

1.3 В результате поверки в качестве средства измерений и/или в качестве рабочего эталона 2-го разряда должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Модификация	Диапазон измерений крутящего момента силы, Н·м	Число разрядов индикации результатов измерений крутящего момента	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений крутящего момента силы, %
TES112	от 1,2 до 12,0	4	±1
TES225	от 2,5 до 25,0		
TES240	от 4,0 до 40,0		
TES275	от 7,5 до 75,0		
TES3150	от 15 до 150		
TES3250	от 25 до 250		
TES3400	от 40 до 400		
TES4650	от 65 до 650		
TES41100	от 110 до 1100		

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки средства измерений (далее – поверка) выполнить операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы	9.1	Да	Да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 Если при проведении той или иной операции получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекратить, а ИКМС забраковать и перейти к оформлению результатов поверки в соответствии с разделом 11.

2.4 На основании письменного заявления владельца средства измерений, оформленного в произвольной форме, допускается проведение поверки по сокращённому количеству направлений измерений крутящего момента силы (по часовой стрелке / против часовой стрелки), а также только по нарастающему крутящему моменту силы (прямой ход, без учета значений обратного хода) с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающего воздуха, °C от плюс 15 до плюс 25
- относительная влажность воздуха, % от 45 до 85
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106
- изменение температуры за время поверки, °C; ±1

3.2 В помещении не допускаются сквозняки и сильные конвекционные воздушные потоки.

3.3 Должны отсутствовать источники вибрации, влияющие на работу средств поверки и ИКМС.

Примечание: условия измерений дополнительно должны учитывать требования эксплуатационных документов на средства поверки.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы и настоящую методику поверки на ИКМС, имеющие достаточные знания и опыт работы с ними, имеющие квалификацию поверителя в установленном порядке и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4.2 Для проведения поверки достаточно одного специалиста

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства, соответствующие требованиям Таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операция поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °C, с абсолютной погрешностью не более 0,2 °C	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д, рег. № 71394-18
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 45 до 80 % с относительной погрешностью не более 2 %	
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	

Операция поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
р. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочие эталоны крутящего момента силы 1 разряда по Приказу Росстандарта № 2152 от «06» сентября 2024 года, установки поверочные, диапазон измерений от 1,2 до 1100 Н·м, с относительной погрешностью, не превышающей 0,5 от пределов допускаемой относительной погрешности измерителей	Установки для поверки датчиков крутящего момента силы моделей 21400, 21421, 21427, 21428, 21429, 21842, рег.№ в ФИФ ОЕИ 67157-17
	Средства измерений интервалов времени: диапазон измерений от 0 до 3600 с, ПГ $\pm 0,6$ с в интервале до 600 с.	Секундомер механический СОСпр, рег. № 11519-11

П р и м е ч а н и е - допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единицы величин поверяемому средству измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки соблюдать требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на месте проведения поверки;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых средств поверки и поверяемого ИКМС, приведенными в их эксплуатационной документации.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверить:

- соответствие внешнего вида ИКМС описанию и изображению, приведенному в описании типа. При этом наличие различий в цветовых оттенках не является основанием для признания ИКМС несоответствующим эксплуатационной документации или изображению, приведенному в описании типа средств измерений;
- комплектность ИКМС в соответствии с эксплуатационной документацией;
- наличие заводской маркировки, отображающей информацию о производителе, модификации и заводском номере;
- надписи и обозначения на ИКМС не повреждены и легко читаются;
- поверхности деталей ИКМС чистые и не имеют существенных дефектов лакокрасочных покрытий, механических повреждений и следов коррозии;
- присоединительный квадрат ИКМС не имеет искажений формы, смятий и сдвигов.

7.2 Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если выполнены все установленные требования. Если перечисленные требования не выполняются, ИКМС признают непригодным к применению и дальнейшие операции поверки не производят.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

8.1. Контроль условий поверки;

8.2 Перед проведением поверки ИКМС и средства поверки выдерживать не менее двух часов в условиях окружающей среды, согласно раздела 3 настоящего документа;

Примечание – контролировать изменение температуры в ходе поверки. Изменение температуры во время поверки не должно превышать значения, приведённого в разделе 3 настоящего документа.

8.3 Проверить соблюдение мероприятий по технике безопасности в соответствии с п. 6;

8.4 При опробовании поверяемый ИКМС установить на установку для поверки датчиков крутящего момента силы (далее – установка) в соответствии с эксплуатационной документацией на установку.

8.5 Включить поверяемый ИКМС в соответствии с его эксплуатационной документацией и дождаться появления показаний текущего значения крутящего момента силы.

8.6 Обнулить показания и ИКМС.

8.7 Провести нагружение¹ крутящим моментом силы по часовой стрелке, равным верхнему пределу измерений ($M_{вх.пр.}$) ИКМС.

8.8 Разгрузить¹ ИКМС.

8.9 Повторить операции 8.6 – 8.8 для направления нагружения против часовой стрелки.

8.10 Результаты опробования считать положительными, если при нагружении на дисплее ИКМС изменяются значения крутящего момента силы. При невыполнении требований данного пункта, ИКМС признают непригодным к применению и дальнейшие операции поверки не производят.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы

Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы производится в следующем порядке:

9.1.1 Установить ИКМС в установку.

9.1.2 Обнулить показания ИКМС

9.1.3 Провести нагружение крутящим моментом силы по часовой стрелке, равным верхнему пределу измерений ($M_{вх.пр.}$) ИКМС.

9.1.4 Разгрузить ИКМС.

9.1.5 Повторить операции 9.1.2 – 9.1.4 ещё дважды. При последнем нагружении выдержать ИКМС под нагрузкой в течение не менее 30 секунд.

9.1.6 Провести цикл нагружений в направлении по часовой стрелке содержащий не менее пяти точек, по возможности, равномерно распределённых по диапазону измерений крутящего момента силы, включая нижнее и верхнее значения предела измерений.

9.1.7 Считать и записать в протокол показания по ИКМС в каждой точке нагружения X_{Ki} (прямой ход).

9.1.8 Разгрузить измеритель по тем же точкам, по которым он был нагружен.

9.1.9 Считать и записать в протокол показания по ИКМС в каждой точке X'_{Ki} (обратный ход).

Примечание: при поверке ИКМС только по нарастающему крутящему моменту силы операции по п.п. 9.1.8 – 9.1.9 не выполнять.

9.1.10 Провести цикл операций по п.п. 9.1.6 – 9.1.9 ещё не менее двух раз.

9.1.11 Перед началом каждого цикла нагружений обнулять показания ИКМС.

9.1.12 Провести операции по п.п. 9.1.2 – 9.1.11 в направлении против часовой стрелки (при условии поверки ИКМС в направлении против часовой стрелки).

9.1.13 По полученным показаниям ИКМС рассчитать средние арифметические значения крутящего момента силы в i -ой точке диапазона измерений, для прямого ($\overline{X_{Ki}}$) и обратного ($\overline{X'_{Ki}}$) хода отдельно, по формулам 1 и 2:

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

¹ - Здесь и далее: нагружение (прямой ход) / разгрузке (обратный ход) проводить плавно (без ударов и рывков). Перемены знака нагрузки до окончания нагружения/разгрузки не допускаются. В случае несоблюдения этого требования цикл повторяют заново.

$$\overline{X'_{Ki}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n X'_{Ki}; \quad (2)$$

где X_{Ki} – показания по ИКМС в i -ой точке диапазона измерений для каждого j -го цикла при прямом ходе, Н·м;

X'_{Ki} – показания по ИКМС в i -ой точке диапазона измерений для каждого j -го цикла при обратном ходе, Н·м;

n – число циклов нагружения.

9.1.14 Рассчитать абсолютное значение оценки систематической составляющей погрешности Δ_{CKi} по формуле 3 (при поверке ИКМС только по нарастающему крутящему моменту силы) или 4 (при поверке ИКМС по нарастающему и убывающему крутящему моменту силы):

$$\Delta_{CKi} = \overline{X_{Ki}} - M_{Ki}, \quad (3)$$

$$\Delta_{CKi} = \frac{\overline{X_{Ki}} + \overline{X'_{Ki}}}{2} - M_{Ki}, \quad (4)$$

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

9.1.15 Рассчитать абсолютное значение вариации показаний в i -ой точке диапазона измерений (h_{Ki}) по формуле 5:

$$h_{Ki} = |\overline{X_{Ki}} - \overline{X'_{Ki}}| \quad (5)$$

Примечание: при поверке ИКМС только по нарастающему крутящему моменту силы операции по п. 9.1.15 не выполнять.

9.1.16 Рассчитать абсолютное значение среднеквадратического отклонения случайной составляющей погрешности в i -ой точке диапазона измерений (S_{0i}) по формуле 6 (при поверке ИКМС только по нарастающему крутящему моменту силы) или 7 (при поверке ИКМС по нарастающему и убывающему крутящему моменту силы):

$$S_{0i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{Ki} - \overline{X_{Ki}})^2}{n-1}} \quad (6)$$

$$S_{0i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{Ki} - \overline{X_{Ki}})^2 + \sum_{i=1}^n (X'_{Ki} - \overline{X'_{Ki}})^2}{2 \cdot n - 1} + \frac{h_{Ki}^2}{12}} \quad (7)$$

9.1.17 Рассчитать границы суммарной абсолютной погрешности ИКМС в i -ой точке диапазона измерений Δ_{Ki} по формуле 8:

$$\Delta_{Ki} = 2 \cdot \sqrt{S_{0i}^2 + \frac{\Delta_{CKi}^2}{3}} \quad (8)$$

9.1.18 Рассчитать относительную погрешность ИКМС в i -ой точке δ_{Ki} (в процентах) по формуле (9):

$$\delta_{Ki} = \frac{\Delta_{Ki}}{M_{Ki}} \cdot 100 \% \quad (9)$$

9.1.19 Относительную погрешность ИКМС – δ_M (в процентах) определить по формуле (10):

$$\delta_M = \max(\delta_K) \quad (10)$$

9.1.20 ИКМС считается прошедшим поверку по данному разделу методики, если наибольшее из рассчитанных значений погрешности δ_M не превышает предела допускаемой относительной погрешности измерений крутящего момента силы $\pm 1 \%$.

9.1.21 Значения относительной погрешности ИКМС не должны превышать значений, указанных в п.9.1.20.

При соответствии данному требованию считать ИКМС соответствующим обязательным метрологическим требованиям, предъявляемым к рабочему эталону 2-го разряда согласно государственной поверочной схемы для средств измерений крутящего момента силы, утвержденной приказом Росстандарта № 2152 от «06» сентября 2024 года.

П р и м е ч а н и е - При подтверждении соответствия по п. 9.1.21 необходимо руководствоваться действующей на момент поверки государственной поверочной схемой для средств измерений крутящего момента силы.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки заносятся в протокол поверки. Форма протокола произвольная.

10.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с действующим законодательством.

10.3 При положительных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку выдать свидетельство о поверке и протокол поверки;

10.4 В свидетельстве о поверке в обязательном порядке указывают:

- направления измерений крутящего момента силы (по часовой стрелке / против часовой стрелки) – если измерители поверяются не в полном объеме;
- а также информацию о том, что измеритель поверен только по нарастающему крутящему моменту силы (прямой ход, без учета значений обратного хода) – если измерители поверяются не в полном объеме.

10.5 В случае, если по результатам поверки средство измерений соответствует обязательным требованиям, предъявляемым к эталону, передать в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений сведения как о средстве измерений, применяемом в качестве эталона, с приложением протокола поверки.

10.6 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдать извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующим законодательством, и протокол поверки.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

Е.В. Исаев