

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



Государственная система обеспечения единства измерений.

Динамометры электронные ЭД-РМ.

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-041-2022

г. Чехов,
2022 г.

О г л а в л е н и е

1 Общие положения.....	3
2 Перечень операций поверки средства измерений	3
3 Требования к условиям проведения поверки.....	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	5
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Внешний осмотр средства измерений	5
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
9 Проверка программного обеспечения	6
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям.....	7
11 Оформление результатов поверки	11
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	12

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки динамометров электронных ЭД-РМ, производства ООО «ЭЛНА-Север Плюс», Россия (далее – динамометр(-ы)), используемых в качестве рабочих средств измерений и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должно быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблицах 1 - 2.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы, %, для модификаций: - ЭД-Н/Т-1РМ - ЭД-Н/Т-2РМ	 ±0,24 ±0,45
1) – наименьший предел измерений равен 10 % от наибольшего предела измерений	

Таблица 2 – Наибольшие пределы измерений H и предельные значения составляющих погрешности, связанных с воспроизводимостью показаний b , повторяемостью показаний b' , интерполяцией f_c , дрейфом нуля f_0 , гистерезисом v и ползучестью c

Модификация	Наибольший предел измерений ¹⁾ , H , кН	Предельные значения составляющих погрешности ²⁾ , %					
		b	b'	f_c	f_0	v	c
ЭД-Н/1-1РМ	от 0,2 до 1000,0	0,20	0,10	±0,10	±0,05	0,30	0,10
ЭД-Н/2-1РМ	от 0,2 до 1000,0						
ЭД-Н/3-1РМ	от 0,2 до 200,0						
ЭД-Н/1-2РМ	от 0,2 до 1000,0	0,40	0,20	±0,20	±0,10	0,50	0,20
ЭД-Н/2-2РМ	от 0,2 до 1000,0						
ЭД-Н/3-2РМ	от 0,2 до 200,0						

1) – наименьший предел измерений равен 10 % от наибольшего предела измерений

2) – предельные значения составляющих погрешности соответствуют ГОСТ Р 55223-2012 «Динамометры. Общие метрологические и технические требования»

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость динамометров в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений силы, утвержденной приказом Росстандарта от «22» октября 2019 г. № 2498, к государственному первичному эталону единицы силы ГЭТ 32-2011.

1.4 В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Операции поверки

Наименование этапа поверки	Обязательность выполнения операций поверки при:		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	-	-	10
- определение составляющей погрешности измерений силы, связанной с воспроизводимостью показаний b , %	да	да	10.2
- определение составляющей погрешности измерений силы, связанной с повторяемостью показаний b' , %	да	да	10.2
- определение составляющей погрешности измерений силы, связанной с дрейфом нуля f_0 , %	да	да	10.3
- определение составляющей погрешности измерений силы, связанной с гистерезисом v , %	да	да	10.4
- определение составляющей погрешности измерений силы, связанной с ползучестью c , %	да	да	10.5
- определение составляющей погрешности измерений силы, связанной с интерполяцией f_c , %	да	да	10.6
- оценка относительной погрешности динамометра, %	да	да	10.7

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

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

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 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 107

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

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

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С, с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С; 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.	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д, (Рег. № 71394-18)
п. 8.2 Опробование; р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Рабочие эталоны 1-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «22» октября 2019 г. № 2498 - машины силовоспроизводящие	Машина силовоспроизводящая, обеспечивающая воспроизведение силы с погрешностью, не превышающей 1/3 пределов допускаемой относительной погрешности измерений силы, поверяемого динамометра
	Средства измерений интервалов времени: диапазон измерений от 0 до 3600 с, класс точности 3	Секундомер механический СОСпр, (Рег. № 11519-11)
<i>П р и м е ч а н и е - Возможно применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающие требуемую точность передачи единицы величин поверяемому средству измерений.</i>		

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 динамометра, приведенными в их эксплуатационной документации.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводится визуально.

7.2 При внешнем осмотре установить:

- соответствие комплектности динамометра требованиям эксплуатационной документации;

- отсутствие механических повреждений и дефектов, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики динамометра, а также отсутствие повреждений, препятствующих проведению поверки;

- соответствие внешнего вида динамометра требованиям эксплуатационной документации и изображению, и описанию, приведенным в описании типа средств измерений, в том числе соответствие идентификационных наклеек и наличие предусмотренных пломб. При этом наличие различий в цвете не является основанием для признания динамометра несоответствующим эксплуатационной документации или изображению приведенному, в описании типа средств измерений.

7.3 Внешний осмотр считать положительным, если динамометр удовлетворяет всем вышеперечисленным требованиям

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

8.1.1 Перед проведением поверки динамометр и средства поверки выдержать не менее трёх часов в условиях окружающей среды, согласно раздела 3 настоящей методики поверки.

8.1.2 Подготовить к работе динамометр и средства поверки согласно их эксплуатационной документации.

8.1.3 Проверить соблюдение мероприятий по технике безопасности в соответствии с р. 6.

8.1.4 Установить датчик силоизмерительный тензорезисторный (далее – датчик) поверяемого динамометра в рабочее пространство для испытаний на растяжение машины силовоспроизводящей в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.2 Опробование

8.2.1 Нагрузить динамометр силой, равной наибольшему пределу измерений.

П р и м е ч а н и е - Здесь и далее скорость нагружения (разгружения) не должна превышать 10 % наибольшего предела измерений динамометра в секунду.

8.2.2 Выдерживать динамометр под нагрузкой в течение не менее 30 минут.

8.2.3 Разгрузить динамометр.

8.2.4 Выдержать динамометр в разгруженном состоянии 3 – 3,5 минуты.

8.2.5 Повторить действия по п.п. 8.2.1 – 8.2.4 два раза, но выдержка под нагрузкой должна быть снижена и составлять 1 – 1,5 минуты.

8.2.6 Опробование считать положительным, если показания динамометра под нагрузкой стабильны до третьей значащей цифры.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Идентификацию (проверку) программного обеспечения (далее - ПО) провести в любой момент времени проведения поверки в следующем порядке.

9.1.1 Выключить динамометр, если он включен.

9.1.2 Включить динамометр и считать с дисплея идентификационное наименование и номер версии ПО.

9.2 Результат считать положительным, если наименование и номер версии ПО соответствуют, указанному в таблице 5.

Таблица 5 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Тензо
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	2.1

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1 Определение метрологических характеристик выполнить сразу же по завершению операций по п. 8.2.5.

10.1.1 Обнулить показания динамометра и машины силовоспроизводящей.

10.1.2 Провести нагружение динамометра эталонными силами (нагрузками) только с возрастающими значениями в точках 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % и 100 % от наибольшего предела измерений.

Примечание - Перемены знака нагрузки до окончания нагружения не допускаются. В случае несоблюдения этого требования снять нагрузку и провести нагружения заново.

10.1.3 В каждой точке диапазона измерений считать и занести в протокол поверки значение по показаниям динамометра (X_i) (рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении А).

Примечание - Здесь и далее считывание значений по показаниям динамометра проводить спустя не менее 30 секунд.

10.1.4 Разгрузить динамометр и далее считать, и занести в протокол поверки его показания в разгруженном состоянии.

10.1.5 Выдержать динамометр в разгруженном состоянии 3 – 3,5 минуты

10.1.6 Повторить операции по п.п. 10.1.1 – 10.1.5 при неизменном положении динамометра в рабочем пространстве машины силовоспроизводящей.

10.1.7 Разъединить динамометр с переходными деталями и собрать заново.

10.1.8 Установить датчик поверяемого динамометра в рабочее пространство машины силовоспроизводящей с поворотом вокруг своей оси, приблизительно, на 120° относительно исходного положения (см. рисунок 1)

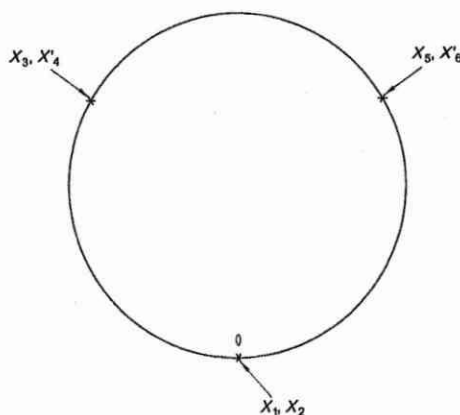


Рисунок 1 - Схема установки датчика в рабочем пространстве машины силовоспроизводящей

10.1.9 Провести нагружение динамометра эталонными силами по тем же точкам диапазона измерений. (Здесь и далее диапазон измерений – значения силы от наименьшего предела измерений до наибольшего предела измерений).

10.1.10 Провести разгружение динамометра по тем же точкам диапазона измерений.

10.1.11 В каждой точке диапазона измерений считать и занести в протокол поверки значение по показаниям динамометра при нагружении (X_i) и разгрузке (X'_i)

10.1.12 Разгрузить динамометр полностью и далее считать, и занести в протокол поверки его показания в разгруженном состоянии.

10.1.13 Выдержать динамометр в разгруженном состоянии 3 – 3,5 минуты.

10.1.14 Повернуть датчик в рабочем пространстве машины силовоспроизводящей с вокруг своей оси ещё, приблизительно, на 120°.

10.1.15 Повторить операции по п.п. 10.1.9 – 10.1.12.

10.1.16 Если динамометр при эксплуатации применяют только для измерений возрастающих нагрузок, то в любое время после операций по п. 8.2 необходимо выполнить действия по п.п. 10.1.16.1 - 10.1.16.2 или 10.1.16.3 - 10.1.16.5.

10.1.16.1 Обнулить показания динамометра и машины. Нагрузить динамометр силой, равной наибольшему пределу измерений.

10.1.16.2 Считать и занести в протокол поверки значение по показаниям динамометра спустя 30 и 300 секунд.

10.1.16.3 Обнулить показания динамометра и машины. Нагрузить динамометр силой, равной наибольшему пределу измерений и выдержать под нагрузкой 60 секунд.

10.1.16.4 Разгрузить динамометр.

10.1.16.5 Считать и занести в протокол поверки значение по показаниям динамометра спустя 30 и 300 секунд.

10.1.17 Для динамометров ЭД-Н/1-ZPM провести операции по п.п. 10.1.1 – 10.1.16 в режиме сжатия.

10.2 Определение составляющих погрешности, связанных с воспроизводимостью показаний (b) и повторяемостью показаний динамометров (b').

10.2.1 Рассчитать эти составляющие погрешности для каждой точки нагружения при вращении динамометра (b) и без вращения (b'), с помощью следующих формул (1) – (4):

$$b = \left| \frac{X_{max} - X_{min}}{\bar{X}_r} \right| \cdot 100 \%, \quad (1)$$

$$\text{где } \bar{X}_r = \frac{X_1 + X_3 + X_5}{3} \quad (2)$$

$$b' = \left| \frac{X_2 - X_1}{\bar{X}_{wr}} \right| \cdot 100 \%, \quad (3)$$

$$\text{где } \bar{X}_{wr} = \frac{X_1 + X_2}{2} \quad (4)$$

10.2.2 Результаты вычислений для каждой точки занести в протокол поверки.

10.2.3 Полученные значения b и b' не должны превышать установленных пределов, указанных в таблице 2.

10.3 Определение составляющей погрешности, связанной с дрейфом нуля (f_0)

10.3.1 Рассчитать составляющую погрешности, связанную с дрейфом нуля, по формуле (5):

$$f_0 = \frac{i_f - i_0}{X_N} \cdot 100 \% \quad (5)$$

где i_0 и i_f - показания динамометра до приложения нагрузки и после полного разгружения соответственно, кН;

X_N - показание динамометра после приложения эталонной нагрузки, равной его верхнему пределу измерений, кН.

10.3.2 За окончательный результат принять максимальное полученное значение f_0 . Результат занести в протокол поверки.

10.3.3 Полученные значения f_0 не должны превышать установленных пределов, указанных в таблице 2.

10.4 Определение составляющей погрешности, связанной с гистерезисом (v).

10.4.1 Если динамометр при эксплуатации применяют только для измерений возрастающих нагрузок, то при поверке допускается не определять составляющую погрешности, связанную с гистерезисом.

10.4.2 Разность между значениями, полученными для серий нагружений с возрастающими и убывающими нагрузками, позволяет рассчитать составляющую погрешности, связанную с гистерезисом, используя формулы (6) – (8):

$$v = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad (6)$$

$$\text{где } v_1 = \left| \frac{X'_4 - X_3}{X_3} \right| \cdot 100 \% ; v_2 = \left| \frac{X'_6 - X_5}{X_5} \right| \cdot 100 \% \quad (7); (8)$$

10.4.3 Результаты вычислений для каждой точки занести в протокол поверки.

10.4.4 Полученные значения v не должны превышать установленных пределов, указанных в таблице 2.

10.5 Определение составляющей погрешности, связанной с ползучестью (c).

10.5.1 Определение составляющей погрешности, связанной с ползучестью проводится только при условии выполнении операций по п. 10.1.16.

10.5.2 Для определения составляющей погрешности, связанной с ползучестью, рассчитать разницу значений по показаниям динамометра i_{300} , полученного на 300 секунде, и i_{30} , полученного на 30 секунде, после приложения или снятия эталонной нагрузки, равной верхнему пределу измерений динамометра; выразить эту разницу в процентах от показания динамометра после приложения эталонной нагрузки, равной его наибольшему пределу измерений, по формуле (9):

$$c = \left| \frac{i_{300} - i_{30}}{X_N} \right| \cdot 100 \% \quad (9)$$

10.5.3 Результаты вычислений занести в протокол поверки.

10.5.4 Полученное значение c не должно превышать установленных пределов, указанных в таблице 2.

10.6 Определение составляющей погрешности, связанной с интерполяцией (f_c).

10.6.1 Для каждой точки нагружения рассчитать составляющую погрешность, связанную с интерполяцией, по формуле (10):

$$f_c = \frac{\overline{X_r} - X_a}{X_a} \cdot 100 \% \quad (10)$$

где X_a – значение приложенной эталонной силы, кН.

10.6.2 Результаты вычислений для каждой точки занести в протокол поверки.

10.6.3 Полученное значение f_c не должно превышать установленных пределов, указанных в таблице 2.

10.7 Оценка относительной погрешности динамометра

10.7.1 Доверительную относительную погрешность, т.е. интервал, в котором с вероятностью 0,95 лежит значение погрешности, оценить по формуле (11):

$$f_c \pm W \quad (11)$$

где f_c – составляющая погрешности, связанная с интерполяцией, для каждой точки;

W – относительная расширенная неопределенность определения погрешности градуировочной характеристики динамометра, рассчитанная для каждой точки по формуле (12):

$$W = k \cdot w_c \quad (12)$$

$$\text{где } w_c = \sqrt{w_1^2 + w_2^2 + w_3^2 + w_4^2 + w_5^2 + w_6^2} \quad (13)$$

$k = 2$, для уровня доверия 0,95;

w_1 – относительная стандартная неопределенность, связанная с приложенной эталонной силы (принять равной допускаемой относительной погрешности измерений силы машины силовоспроизводящей);

w_2 – относительная стандартная неопределенность, связанная с воспроизводимостью результатов измерений. Определить по формуле (14);

$$w_2 = \frac{1}{|\bar{X}_r|} \cdot \sqrt{\frac{1}{6} \cdot \sum_{i=1,3,5} (X_i - \bar{X}_r)^2} \cdot 100 \% \quad (14)$$

w_3 – относительная стандартная неопределенность, связанная с повторяемостью результатов измерений. Определить по формуле (15);

$$w_3 = \frac{b'}{100 \cdot \sqrt{3}} \cdot 100 \% \quad (15)$$

w_4 – относительная стандартная неопределенность, связанная с разрешающей способностью индикатора. Определить по формуле (16);

$$w_4 = \frac{1}{\sqrt{6}} \cdot \frac{r}{F} \cdot 100 \% \quad (16)$$

где F – значение приложенной нагрузки, кН,

r – разрешающая способность, равная дискретности отсчетного устройства, кН

w_5 – относительная стандартная неопределенность, связанная с гистерезисом, учитывается и рассчитывается, если динамометр при эксплуатации применяют для измерений возрастающих и убывающих нагрузок. Определить по формуле (17);

$$w_5 = \frac{v}{100 \cdot \sqrt{3}} \cdot 100 \% \quad (17)$$

w_5 – относительная стандартная неопределенность, связанная с ползучестью, учитывается и рассчитывается, если динамометр при эксплуатации применяют для измерений только возрастающих нагрузок. Определить по формуле (18);

$$w_5 = \frac{c}{100 \cdot \sqrt{3}} \cdot 100 \% \quad (18)$$

$w_6 = \max(f_0)$ – относительная стандартная неопределенность, связанная с дрейфом нуля.

10.7.2 Результаты вычислений занести в протокол поверки.

10.7.3 Результаты считать положительными, если полученный интервал не выходит за пределы относительной погрешности, что выражается неравенством (19):

$$|f_c| + W \leq \delta \quad (19)$$

где δ – пределы допускаемой относительной погрешности, % (см. таблицу 1).

11 Оформление результатов поверки

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

11.1.1 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 действующим законодательством. Нанесение знака поверки на динамометр не предусмотрено. Пломбирование динамометра не производится.

11.1.2 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 действующим законодательством.

Инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

Стажер



В.А. Лапшинов

П.А. Беляева

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

Протокол (первичной/периодической) поверки №

1. Тип СИ: _____

2. Заводской номер: _____

3. Изготовитель: _____

4. Год изготовления: _____

5. Условия поверки:

- температура воздуха	_____ °C
- относительная	
влажность	_____ %

6. Наименование, ИНН (при наличии) и адрес заявителя: _____

7. Место проведения поверки: _____

8. Нормативная документация по поверке: _____

9. Поверка проводилась с использованием: _____

10. Результаты поверки:

10.1 Результаты внешнего осмотра: _____

10.2 Результаты опробования:

10.3 Результаты проверки программного обеспечения:

10.4 Определение метрологических характеристик средства измерений

[illegible]

Оценка относительной погрешности динамометра (при $p = 0,95$):

[illegible]

11. Заключение: _____

12. Поверитель:

Подпись

И.О. Фамилия