

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии  
имени Д.И. Менделеева»  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор



ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

К.В. Гоголинский

«15» марта 2017 г.  
ДИРЕКТОРА  
Е. В. КРИВЦОВ  
ДОВЕРЕННОСТЬ №14  
ОТ 25 ЯНВАРЯ 2017 г.


Государственная система обеспечения единства измерений


ДИНАМОМЕТРЫ ЭЛЕКТРОННЫЕ АЦД

Методика поверки

МП 2301-293-2017

Руководитель лаборатории  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

  
А.Ф. Остривной  
Разработчик

  
Е.С. Тихомирова

г. Санкт-Петербург  
2017 г

Настоящая методика поверки распространяется на динамометры электронные АЦД (далее - динамометры), изготовленные ООО «НПО «МЭД», г. Санкт-Петербург, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики
1. Внешний осмотр	4.1	-
2. Подтверждение соответствия программного обеспечения динамометра	4.2	-
3. Опробование	4.3	
4. Определение метрологических характеристик	4.4	Машины силовоспроизводящие 1-го разряда по ГОСТ 8.640-2014.
-определение составляющих погрешности, связанных с воспроизводимостью показаний и повторяемостью показаний динамометров	4.4.1	
- определение составляющей погрешности, связанной с дрейфом нуля	4.4.2	
-определение составляющей погрешности, связанной с гистерезисом	4.4.3	
- определение составляющей погрешности, связанной с ползучестью	4.4.4	
- определение составляющей погрешности, связанной с интерполяцией	4.4.5	
- оценка погрешности динамометра	4.4.6	

Примечание – Допускается применение аналогичных средств поверки не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

## 2. ТРЕБОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемые динамометры, а также на используемое поверочное, испытательное и вспомогательное оборудование.

## 3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ, ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1 Операции по всем пунктам настоящей методики проводят при любом сочетании значений влияющих факторов, соответствующих рабочим условиям эксплуатации поверяемых динамометров. Температура во время поверки не должна изменяться более чем на  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

3.2 Для надежного выравнивания температуры динамометра и окружающего воздуха, динамометр должен быть доставлен на место поверки не менее чем за 12 часов до ее начала.

3.3 Временные интервалы между двумя последовательными нагружениями должны быть по возможности одинаковыми.

3.4 Регистрировать показания следует не ранее, чем через 30 секунд от начала измерения силы.

## 4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 4.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре проверяют комплектность поверяемых динамометров, отсутствие видимых повреждений, наличие необходимой маркировки, соответствие внешнего вида требованиям эксплуатационной документации и ее соответствие утвержденному типу.

4.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения динамометра, проверка цифрового значения электронного клейма и целостности оттиска поверительного клейма.

4.2.1 Перед определением метрологических характеристик, при поверке динамометра, необходимо проверить идентификационные данные ПО.

Идентификация программы:

После включения на электронном блоке отображается номер версии ПО. Номер версии программного обеспечения должен быть не ниже номера, указанного в таблице 2.

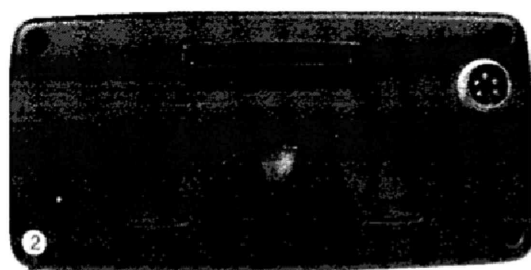
Таблица 2

Идентификационные данные (признаки)	Значения					
	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4	Тип 5	Тип 6
Идентификационное наименование программного обеспечения	АЦД1	АЦД2	АЦД3	АЦД4	АЦД5	АЦД6
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения*	U1.09U	B 0.5	P_2.1A	U1.09U	u C 19A	uEr 0.5

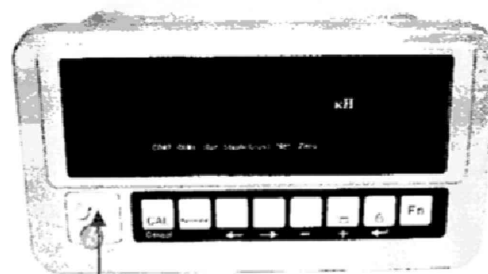
4.2.2. Перед определением метрологических характеристик, при поверке динамометра, необходимо проверить цифровое значение электронного клейма для блоков типа 1-5 и целостности оттиска клейма на корпусе электронного блока типа 6.

Цифровое значение электронного клейма отображается на дисплее электронного блока при включении динамометра после отображения номера версии ПО.

Схема пломбировки электронных блоков приведена на рисунке 1.



Место пломбировки от несанкционированного доступа



Место для нанесения оттиска поверительного клейма

Рисунок 1 – Схема пломбировки электронных блоков

При первичной поверке динамометра при выпуске с производства цифровое значение электронного клейма заносится в таблицу в руководстве по эксплуатации «Динамометры электронные АЦД. Руководство по эксплуатации» в разделе «Результаты периодической поверки».

При поверке после ремонта прежнее цифровое значение электронного клейма, записанного в руководстве по эксплуатации «Динамометры электронные АЦД. Руководство по эксплуатации», проведенной до ремонта, не учитывается; новое цифровое значение электронного клейма заносится в таблицу в руководстве по эксплуатации.

При периодической поверке цифровое значение электронного клейма необходимо сравнить со значением, записанным при предыдущей поверке в разделе «Результаты периодической поверки» в руководстве по эксплуатации «Динамометры электронные АЦД. Руководство по эксплуатации»

#### 4.3 Опробование

При опробовании проверяют соответствие функционирования динамометров требованиям эксплуатационной документации.

#### 4.4. Определение метрологических характеристик.

Перед проведением измерений динамометр нагружают максимальной силой в заданном режиме (растяжение или сжатие) и выдерживают в течение 30 минут. Затем динамометр нагружают три раза максимальной силой в заданном режиме (растяжение или сжатие). Продолжительность приложения каждого предварительного нагружения должна составлять от 1 минуты до 1,5 минут.

Нагружают динамометр от НмПИ до НПИ двумя сериями эталонных сил только с возрастающими значениями, при одном положении динамометра в рабочем пространстве эталонной машины. Регистрируют соответствующие показания динамометра  $X_1, X_2$ .

Затем нагружают и разгружают динамометр двумя рядами силы с возрастающими и убывающими значениями в положениях с поворотом на  $120^\circ$  и  $240^\circ$  (рисунок 2) относительно первоначального положения. Регистрируют соответствующие показания динамометра  $X_3, X_5$  (при нагружении) и  $X'_4, X'_6$  (при разгрузении).

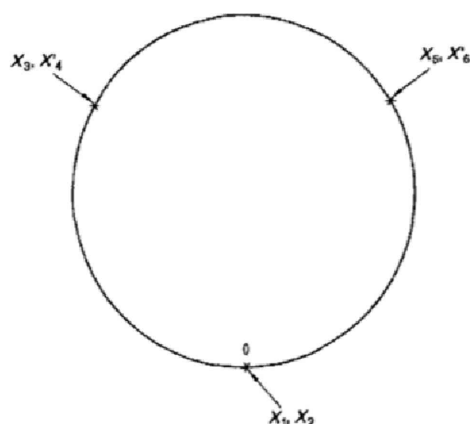


Рисунок 2.

Каждый ряд нагружения (разгружения) должен содержать не менее восьми ступеней, по возможности, равномерно распределенных по диапазону измерений динамометра.

Следует соблюдать временной интервал не менее 3-х минут между последовательными рядами нагрузки.

После полного разгружения динамометра следует регистрировать его нулевые показания после ожидания в течение, по крайней мере, 30 секунд.

Не менее 1 раза за время поверки динамометр должен быть разъединен с переходными деталями и заново собран. Рекомендуется делать это между вторым и третьим рядами нагружения.

Если динамометр применяют только для возрастающей нагрузки, то при поверке определяют вместо гистерезиса характеристику ползучести. При этом записывают показания на 30 с и 300 с после приложения максимальной нагрузки, в каждом из режимов приложения силы. Если ползучесть измеряется при нулевой силе, динамометр должен быть предварительно нагружен максимальной силой и выдержан под нагрузкой в течение 60 с. Испытание на ползучесть может проводиться в любое время после предварительной нагрузки.

Результаты измерений заносят в протокол (Приложение 1).

4.4.1 Определение составляющих погрешности, связанных с воспроизводимостью показаний и повторяемостью показаний динамометров,  $b$  и  $b'$ .

Эти составляющие погрешности рассчитываются для каждой ступени прикладываемой силы при вращении динамометра ( $b$ ) и без вращения ( $b'$ ), с помощью следующих уравнений:

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

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

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

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

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

4.4.2 Определение составляющей погрешности, связанной с дрейфом нуля,  $f_0$ .

До и после каждой серии испытаний следует записывать показания без нагрузки. Нулевое показание следует регистрировать примерно через 30 секунд после того, как нагрузка полностью снята.

Составляющая погрешности, связанная с дрейфом нуля рассчитывается по формуле:

$$f_0 = \frac{i_f - i_0}{X_N} \cdot 100\%$$

где  $i_0$  и  $i_f$  - показания динамометра до приложения нагрузки и после разгрузки соответственно;

$X_N$  - показания динамометра при максимальной нагрузке.

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

4.4.3 Определение составляющей погрешности, связанной с гистерезисом,  $v$ .

Составляющая погрешности, связанная с гистерезисом определяется при сериях нагружения с возрастающими силами и затем с уменьшающимися силами.

Разность между значениями, полученными для обеих серий с возрастающими силами и с убывающими силами, позволяет рассчитать составляющую погрешности, связанную с гистерезисом, используя следующие уравнения:

$$v = \frac{v_1 + v_2}{2},$$

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

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

4.4.4 Определение составляющей погрешности, связанной с ползучестью,  $c$ .

Рассчитать разницу выходного сигнала  $i_{30}$ , полученного на 30 с и  $i_{300}$ , полученного на 300 с после приложения или снятия максимальной силы, выразить эту разницу в процентах от максимального отклонения по формуле:

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

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

4.4.5 Определение составляющей погрешности, связанной с интерполяцией,  $f_c$ .

Для каждой ступени нагружения относительную погрешность градуировочной характеристики рассчитывают по формуле:

$$f_c = \frac{\bar{X}_r - X_a}{X_a} \cdot 100\%$$

где  $\overline{X}_r$  по п. 4.4.1;

$X_a$  - значение, рассчитанное по градуировочной характеристике  $X_a = X_a(F_i)$ , где  $F_i$  - приложенная эталонная сила. Для динамометров с именованной шкалой  $X_a = F_i$ .

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

Примечание: полученные значения отклонений характеризуют временную нестабильность показаний динамометра за интервал между поверками.

#### 4.4.6 Оценка относительной погрешности динамометра

Доверительная относительная погрешность, т.е. интервал, в котором с вероятностью 0,95 лежит значение погрешности оценивается по формуле:

$$\hat{f}_c \pm W$$

где  $\hat{f}_c$  - максимальное полученное значение относительной погрешности градуировочной характеристики;

$W$  - относительная расширенная неопределенность определения погрешности градуировочной характеристики динамометра рассчитанная для каждой нагрузки по формуле:

$$W = k \cdot w_c$$

$$w_c = \sqrt{w_1^2 + w_2^2 + w_3^2 + w_4^2 + w_5^2 + w_6^2}$$

где  $k = 2$ , для уровня доверия 0,95;

$w_1$  - относительная стандартная неопределенность, связанная с приложенной эталонной силой;

$$w_2 = \frac{1}{|\overline{X}_r|} \cdot \sqrt{\frac{1}{6} \cdot \sum_{i=1,3,5} (X_i - \overline{X}_r)^2} \cdot 100\% - \text{относительная стандартная неопределенность,}$$

связанная с воспроизводимостью результатов измерений;

$$w_3 = \frac{b'}{\sqrt{3}} - \text{относительная стандартная неопределенность, связанная с повторяемостью}$$

результатов измерений;

$$w_4 = \frac{1}{\sqrt{6}} \cdot \frac{r}{F} \cdot 100\% - \text{относительная стандартная неопределенность, связанная с}$$

разрешающей способностью индикатора, где  $F$  - показания при приложенной нагрузке,  $r$  - разрешающая способность, равная дискретности отсчетного устройства;

$$w_5 = \frac{v}{3\sqrt{3}} - \text{относительная стандартная неопределенность, связанная с гистерезисом,}$$

учитывается, если поверка динамометра проводилась при возрастающей и убывающей нагрузках;

$$w_5 = \frac{c}{\sqrt{3}} - \text{относительная стандартная неопределенность, связанная с ползучестью,}$$

учитывается, если поверка динамометра проводилась только при возрастающей нагрузке;

$$w_6 = f_0 - \text{относительная стандартная неопределенность, связанная с дрейфом нуля.}$$

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

Полученный интервал не должен выходить за пределы относительной погрешности, что выражается неравенством:

$$|\hat{f}_c| + W \leq \delta,$$

где  $\delta$  - пределы относительной погрешности, %

Строится график зависимости  $\delta$  от силы методом наименьших квадратов по всем точкам данных.

## 5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.

### 5.1 Положительные результаты поверки оформляют:

- при первичной поверке - записью в руководстве по эксплуатации предприятия изготовителя, заверенной подписью поверителя с нанесением оттиска поверительного клейма;
- при периодической поверке - выдачей свидетельства о поверке и протоколов испытаний.

Оттиск поверительного клейма наносится на места изображенные на рисунке 1, а в случае электронного клейма в руководство по эксплуатации «Динамометры электронные АЦД. Руководство по эксплуатации» в разделе «Результаты периодической поверки».

Знак поверки наносится на корпус электронного блока.

5.2 Динамометр, не удовлетворяющий установленным требованиям, к выпуску и применению не допускают и выдают извещение о непригодности в установленном порядке.

**ПРОТОКОЛ №** \_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

1. Тип динамометра \_\_\_\_\_
2. Заводской номер \_\_\_\_\_
3. Производитель \_\_\_\_\_
4. Год изготовления \_\_\_\_\_
5. Условия поверки:
  - температура воздуха \_\_\_\_\_ °C
  - относительная влажность \_\_\_\_\_ %
6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_

Поверка проводилась на \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Эталонная сила (F)	Показания динамометра				Рассчитанные значения							
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub> /X' <sub>4</sub>	X <sub>5</sub> /X' <sub>6</sub>	$\bar{X}_{вр}$	$\bar{X}_r$	b'	b	V(c)	f <sub>c</sub>	W	
0												
0												
f <sub>0</sub>												

Заключение по результатам поверки \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Поверитель: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.