УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

_____ Н.И. Ханов

«14» апреля 2011 г.

ДИНАМОМЕТРЫ ЭЛЕКТРОННЫЕ ПЕРЕНОСНЫЕ АЦД

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2301-221-2011

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

_____ А.Ф. Остривной

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

Межповерочный интервал – 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. Опробование	4.2	-
3. Подтверждение соответствия программного обеспечения средств измерений	4.3	
4. Определение метрологических характеристик	4.4	Машины силовоспроизводящие 1-го разряда по ГОСТ Р 8.663-2009.
-определение составляющих погрешности, связанных с воспроизводимостью 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 градуировочной характеристикой	4.4.5	
- оценка погрешности динамометра	4.4.6	

2. ТРЕБОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 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 ± 1 ^{0}С.

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 средств измерений

4.2.1 Перед определением метрологических характеристик, при периодической поверке, необходимо проверить идентификационных данных ПО. Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
Встроенное программное обеспечение АЦД	АЦД	P_2.1A	2BD1	CRC16

Идентификация программы: номер версии программного обеспечения отображается на дисплее электронного блока при включении динамометра. Версия программного обеспечения должна совпадать с версией, указанной в таблице 2.

4.2.2 Необходимо проверить цифровое значение электронного клейма.

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

При поверке динамометров после ремонта цифровое значение электронного клейма, записанного в руководстве по эксплуатации «Динамометры электронные переносные АЦД. Руководство по эксплуатации», проведенной до ремонта, не учитывается; новое цифровое значение электронного клейма, отображенное на электронном блоке, заносят в руководство по эксплуатации.

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

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

4.2.3 Наличие оттиска поверительного клейма проверяют при периодической поверке.

Место нанесения оттиска поверительного клейма указано на рисунке 1.

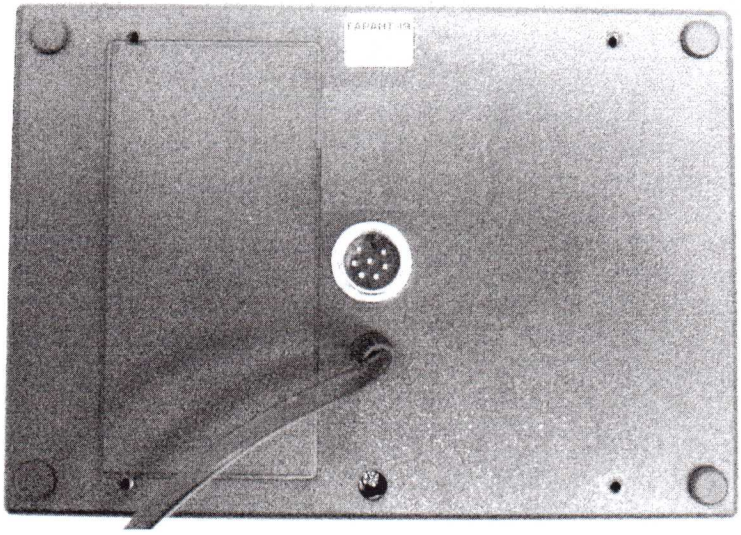

Рисунок 1 Схема пломбировки от несанкционированного доступа и обозначение места для нанесения оттиска клейма.

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 течении 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 120^0 и 240^0 (рисунок 1) относительно первоначального положения. Регистрируют соответствующие показания динамометра X_3, X_5 (при нагружении) и X'_4, X'_6 (при разгружении).

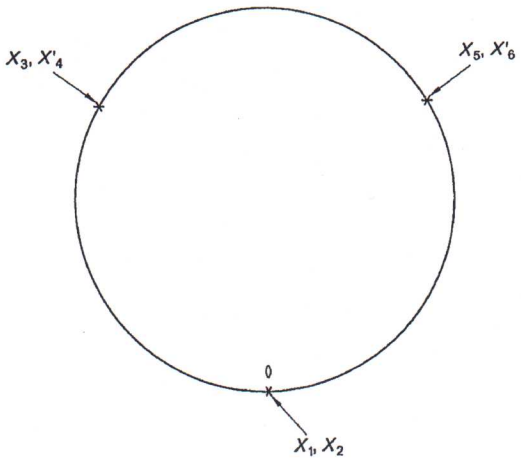

Рисунок. 1

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

Следует соблюдать временной интервал не мене 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 и повторяемостью показаний динамометров.

Для каждой ступени прикладываемой силы для разных условий приложения измеряемой силы *(b)* и для одинаковых условий приложения измеряемой силы *(b´)*, рассчитывают показатели прецизионности с помощью следующих уравнений:

$$b = \left| \frac{X_{\max} - X_{\min}}{\overline{X_r}} \right| \cdot 100$$

где $\overline{X_r} = \dfrac{X_1 + X_3 + X_5}{3}$

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

где $\overline{X}_{wr} = \dfrac{X_1 + X_2}{2}$

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

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

4.4.2 Определение составляющей погрешности, связанной с дрейфом нуля.

До и после каждой серии испытаний следует записывать показания без нагрузки. 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 разгружения соответственно;

X_N – показания динамометра при нагружении силой, равной НПИ.

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

Полученное значение f_0 не должно превышать значений, указанных в таблице 2.

4.4.3 Определение составляющей погрешности, связанной с гистерезисом

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:

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

где $v_1 = \left| \frac{X_4' - X_3}{X_3} \right| \cdot 100$, $v_2 = \left| \frac{X_6' - X_5}{X_5} \right| \cdot 100$

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

Максимальное значение v не должно превышать значений, указанных в таблице 2.

4.4.4 Определение составляющей погрешности, связанной с ползучестью.

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).

Максимальное значение c не должно превышать значений, указанных в таблице 2.

4.4.5 Определение составляющей погрешности, связанной с градуировочной характеристикой.

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

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

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;

$w_2 = \frac{1}{|\overline{X_r}|} \cdot \sqrt{\frac{1}{6} \cdot \sum_{i=1,3,5} (X_i - \overline{X_r})^2}$ – относительная стандартная неопределенность, связанная с воспроизводимостью;

$w_3 = \frac{b'}{100 \cdot \sqrt{3}}$ – относительная стандартная неопределенность, связанная с повторяемостью;

$w_4 = \frac{1}{\sqrt{6}} \cdot \frac{r}{F}$ – относительная стандартная неопределенность, связанная с разрешающей способностью индикатора, где F – показания при приложенной нагрузке, r – разрешающая способность, равная дискретности отсчетного устройства;

$w_5 = \frac{\nu}{100 \cdot 3\sqrt{3}}$ – относительная стандартная неопределенность, связанная с гистерезисом, учитывается, если поверка динамометра проводилась при возрастающей и убывающей нагрузках;

$w_5 = \frac{c}{100 \cdot \sqrt{3}}$ – относительная стандартная неопределенность, связанная с ползучестью, учитывается, если поверка динамометра проводилась только при возрастающей нагрузке;

$w_6 = \frac{f_0}{100}$ – 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:

$$\left|\hat{f}_c\right| + W \cdot 100 \leq \delta ,$$

где δ – пределы относительной погрешности, %

Строится график зависимости δ от силы методом наименьших квадратов по всем точкам данных.

При превышении пределов допускаемой относительной погрешности, динамометр может быть подвергнут внеочередной поверке после построения новой градуировочной характеристики. В этом случае интервал между поверками может быть сокращен.

Наибольшие пределы измерений X и предельные значения составляющих погрешности, связанных с воспроизводимостью показаний b, повторяемостью показаний b', градуировочной характеристикой f_c, дрейфом нуля f_0, гистерезисом ν и ползучестью c приведены в таблице 2.

Пределы допускаемой относительной погрешности динамометра:

АЦДМ-**Х/Т**И-00……..± 0,06
АЦДМ-**Х/Т**И-0,5……± 0,12
АЦДМ-**Х/Т**И-1……± 0,24
АЦДМ-**Х/Т**И-2……± 0,45

Таблица 2

Обозначение динамометра*	Наибольший предел измерений**, **X**, кН	Предельные значения, %					
		b	b'	f_c	f_0	ν	c
АЦДМ-**X**/1И-00 АЦДМ-**X**/2И-00 АЦДМ-**X**/3И-00 АЦДМ-**X**/4И-00 АЦДМ-**X**/5И-00	от 0,1 до 1000	0,05	0,025	± 0,025	± 0,012	0,07	0,025
АЦДМ-**X**/1И-0,5 АЦДМ-**X**/2И-0,5 АЦДМ-**X**/3И-0,5 АЦДМ-**X**/4И-0,5 АЦДМ-**X**/5И-0,5 АЦДМ-**X**/6И-0,5	от 0,1 до 1000	0,10	0,05	± 0,05	± 0,025	0,15	0,05
АЦДМ-**X**/1И-1 АЦДМ-**X**/2И-1 АЦДМ-**X**/3И-1 АЦДМ-**X**/4И-1 АЦДМ-**X**/5И-1 АЦДМ-**X**/6И-1 АЦДМ-**X**/7И-1	от 0,1 до 3000	0,20	0,10	± 0,10	± 0,050	0,30	0,10
АЦДМ-**X**/1И-2 АЦДМ-**X**/2И-2 АЦДМ-**X**/3И-2 АЦДМ-**X**/4И-2 АЦДМ-**X**/5И-2 АЦДМ-**X**/6И-2 АЦДМ-**X**/7И-2	от 0,1 до 5000	0,40	0,20	± 0,20	± 0,10	0,50	0,20
Примечание: * Технические и метрологические характеристики соответствуют требованиям ИСО 376-2011 ** Динамометры с НПИ свыше 2000 кН выпускаются только на сжатие							

При превышении пределов допускаемой относительной погрешности динамометр может быть подвергнут внеочередной поверке после построения новой градуировочной характеристики. В этом случае интервал между поверками может быть сокращен.

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.

5.1 Положительные результаты первичной и периодической поверок динамометров оформляют выдачей свидетельства о поверке и протоколов испытаний. В свидетельстве о поверке указываются действительные значения доверительной погрешности в соответствующих диапазонах измерений динамометра и уравнение зависимости доверительной относительной погрешности от измеряемой нагрузки. Для динамометров с неименованной шкалой в свидетельстве о поверке также приводится градуировочная характеристика динамометра в форме зависимости показаний от измеряемой силы и обратной функции для вычисления значений силы по показаниям динамометра.

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

Приложение 1

ПРОТОКОЛ № _____ «_____»_____200 г.

1. Тип динамометра _____
2. Заводской номер _____
3. Производитель _____
4. Год изготовления _____
5. Условия поверки:
   - температура воздуха_____°С
   - относительная влажность_____%
6. _____
7. _____

Поверка проводилась на_____
_____
_____

Эталонная сила (F)	Показания динамометра				Рассчитанные значения						
	X_1	X_2	X_3/ X'_4	X_5/ X'_6	$\overline{X}_{wr}$	$\overline{X}_r$	b'	b	ν (c)	$\hat{f}_c$	W
0											
0											
f_0											

Заключение по результатам поверки _____
_____

Поверитель: _____/_____ «___»_____ 201__ г.