

Западно-Сибирский филиал Федерального государственного унитарного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и
радиотехнических измерений» (Западно-Сибирский филиал ФГУП «ВНИИФТРИ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по метрологии

Западно-Сибирского филиала

ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.Ю. Кондаков

«03» июля 2023 г.



ГСИ.

Динамометры 30.9950

Методика поверки

МП-510.310556-2023

Новосибирск, 2023

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на динамометры 30.9950, предназначенные для измерения статических сил сжатия и растяжения.

Динамометры выпускаются по ТУ 30.9950.998.

Настоящая методика устанавливает процедуру первичной и периодических поверок.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки осуществляется передача единицы силы от эталонов массы 4-го разряда. Прослеживаемость поверяемого средства измерений к Государственному первичному эталону единицы массы ГЭТЗ-2020 обеспечивается в соответствии с локальной поверочной схемой филиала ПАО «ОАК» - «НАЗ им. В.П. Чкалова» для средств измерения силы динамометров 30.9950, утвержденной 20 марта 2023 г филиалом ПАО «ОАК» - НАЗ им. В.П. Чкалова.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: косвенное измерение воспроизводимой эталоном величины, подвергаемыми поверке динамометрами.

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены эталоны и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Первичная поверка	Периодическая поверка
Внешний осмотр	7	ДА	ДА
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	ДА	ДА
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:	9	-	-
- определение приведенной погрешности	9.1	ДА	ДА
- определение размаха показаний	9.2	ДА	ДА
- определение порога реагирования	9.3	ДА	ДА
- проверка на невозврат указателя на нулевую отметку	9.4	ДА	ДА
- определение дополнительной приведенной погрешности	9.5	ДА	НЕТ
Примечания: 1) При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается			

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

Диапазон температур, °С: от +10 до +30

3.2 Поверяемые динамометры и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационными документами на них.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей в установленном порядке, изучившие настоящую методику и эксплуатационные документы на динамометры и средства поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2 Основные средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.3 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 10 до 30 °С, с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С.	Термометр цифровой Testo 104, рег. номер 64813-16.
п.9 Определение метрологических характеристик	Эталоны массы 4-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерения массы (приказ Росстандарта №1622 от 04 июля 2022 г.)	Гири класса точности М ₁ по ГОСТ OIML R 111-1-2009
	Камера тепла-холода с диапазоном воспроизведения температур от минус 50°С до плюс 50 °С, пределы допускаемого отклонения температуры от заданного значения не более ± 2 °С	Климатическая камера тепло-холод WI7010
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться общие требования безопасности в соответствии с эксплуатационной документацией на динамометры, а также на используемое поверочное и вспомогательное оборудование.

Поверитель, проводящий поверку, должен быть проинструктирован в соответствии с действующими правилами охраны труда на предприятии.

7 Внешний осмотр

При внешнем осмотре динамометров должно быть установлено:

- наличие маркировки с идентификационными данными (тип, Исполнение, заводской номер динамометра, год изготовления);
- соответствие внешнего вида, комплектности поверяемого динамометра эксплуатационной документации;
- отсутствие механических и коррозионных повреждений на опорных и рабочих поверхностях упругого элемента и отсчетного устройства;
- головки винтов должны быть покрыты краской, целостность которой должна быть проверена перед поверкой.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Для проведения испытаний с использованием эталонов массы 4-горазряда, собирают стенд для нагружения гирями согласно рисунку 1.

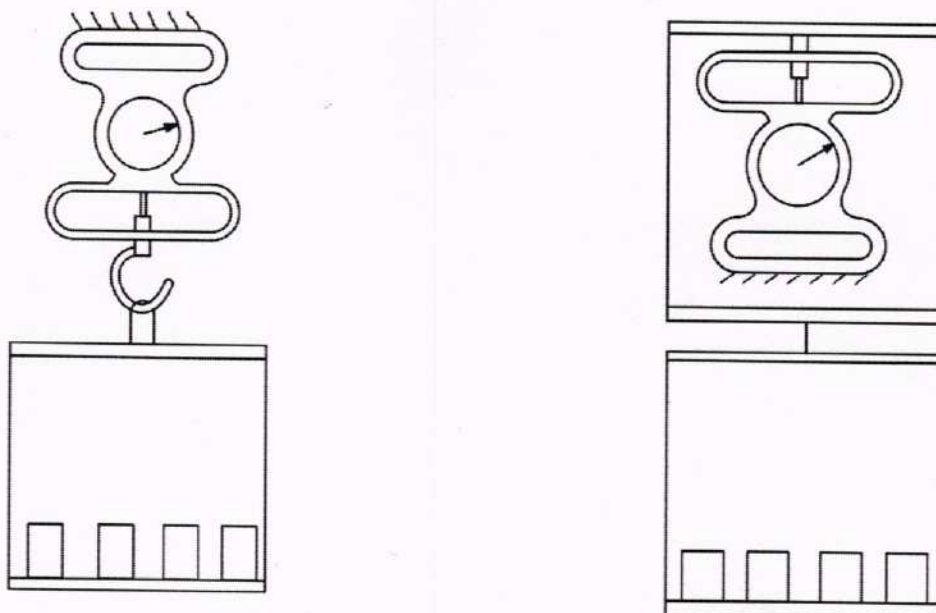


Рисунок 1. Принципиальная схема стенда.

Для испытаний на растяжение динамометр закрепляют за ручку и подвешивают на крюк корзину для гирь.

Для испытаний на сжатие динамометр закрепляют за ручку упором и через обводную рамку устанавливают корзину для гирь.

Масса корзины и обводной рамки не должна превышать 0,1 от верхнего предела измерений динамометра. После установки корзины показания индикатора ИЧ-10 устанавливают на нулевую отметку.

При нагружении и разгрузке динамометра гири устанавливают таким образом чтобы исключить видимый перекося корзины.

Опробование.

При опробовании проверяют правильность установки и работы индикатора часового типа:

- индикатор должен быть установлен с натягом;
- при перемещении измерительный стержень должен двигаться плавно без рывков и задержек, не возвращение в точку нулевого отсчета должно быть не более 0,5 деления;
- циферблат не должен иметь самопроизвольного перемещения.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям.

9.1 Определение приведенной погрешности.

При нагружении динамометров гирями значение приложенной силы в кгс вычисляют по формуле:

$$F = \frac{m \times g}{9,80665},$$

где -

m – масса гирь в кг;

g – значение ускорения свободного падения в месте выполнения поверки (может быть определено по формуле 11 приведенной в МИ 3278-2010, утвержденной ФГУП «ВНИИМС»).

При отклонениях g от нормального значения ускорения свободного падения ($9,80665 \text{ м/с}^2$) не превышающих ($0,03 \text{ м/с}^2$) значение приложенной силы, с достаточной погрешностью, можно принимать численно равной массе установленных гирь (Приложение Б).

Динамометр подвергают предварительному обжатию в течение 5 мин под действием верхнего предельного значения нагрузки динамометра. После разгрузки устанавливают шкалу индикатора на нулевое значение.

Проверка динамометра должна производиться при нагружении его до верхнего предела измерения с остановками в проверяемых точках с шагом приведенным в таблице 3 и разгрузки

до нуля не менее трех раз, направление нагружения: растяжение и сжатие.

Таблица 3

Исполнение	30.9950.0050.000	30.9950.0060.000	30.9950.0070.000
Шаг нагружения, кгс	0,1	0,1	1

Записывают показания индикатора ε_i при каждой испытательной нагрузке.

Вычисляют и записывают $\varepsilon_{i\text{ med}}$ средние значения показаний при каждой испытательной нагрузке. Первичные значения средних показаний приведены в градуировочной таблице в паспорте динамометра.

Вычисляют значение приведенной погрешности по формуле:

$$\delta = \frac{\varepsilon_{i\text{ med}} - \varepsilon_{i1}}{\varepsilon_{\text{max1}}} \times 100;$$

- где:

$\varepsilon_{i\text{ med}}$ среднее значение показаний при i -ой испытательной нагрузке.

ε_{i1} значение показаний при i -ой испытательной нагрузке из градуировочной таблицы.

$\varepsilon_{\text{max1}}$ значение показаний при максимальной испытательной нагрузке из градуировочной таблицы.

Полученные значения приведенной погрешности не должны превышать 2%.

9.2 Определение размаха показаний

Размах показаний динамометров определяют в процентах на каждой испытательной нагрузке по формуле:

$$\delta_r = \frac{\varepsilon_{i\text{ max}} - \varepsilon_{i\text{ min}}}{\varepsilon_{\text{max}}} \times 100;$$

- где:

$\varepsilon_{i\text{ max}}$ максимальное значение показаний при i -ой испытательной нагрузке.

$\varepsilon_{i\text{ min}}$ минимальное значение показаний при i -ой испытательной нагрузке.

ε_{max} среднее значение показаний при максимальной испытательной нагрузке динамометра.

Полученные значения размаха показаний не должны превышать 0,5%.

9.3 Определение порога реагирования

Порог реагирования динамометра определяют при третьем нагружении при на первой и последней точке шкалы динамометра. Динамометр нагружают дополнительной нагрузкой, соответствующей 0,5 шага нагружения.

Динамометры считают выдержавшими испытание, если стрелка индикатора переместится на расстояние, соответствующее не менее 0,4 от перемещения отсчетного устройства, соответствующего шагу нагружения.

9.4 Проверка на невозврат указателя на нулевую отметку

Проверка возвращения стрелки отсчетного устройства динамометра на нулевую отметку шкалы после обжатия и каждого разгружения динамометра.

Невозвращение стрелки на нуль не должно превышать 0,5 деления шкалы.

9.5 Определение дополнительной приведенной погрешности.

Дополнительную приведенную погрешность динамометров, вызванную изменением температуры окружающей среды, определяют в последовательности, приведенной ниже: динамометр помещают в климатическую камеру; при температурах минус 50 °С и плюс 50 °С и номинальной нагрузке снимают показания динамометра и определяют дополнительную приведенную погрешность по формуле:

$$\delta_t = \frac{\varepsilon_{\text{maxT}} - \varepsilon_{\text{maxN}}}{\varepsilon_{\text{maxN}} \times |(T_I - T_N)|} \times 10$$

- где:

$\varepsilon_{\text{maxT}}$ значение показаний при максимальной испытательной нагрузке при температурных испытаниях.

$\varepsilon_{\text{maxN}}$ значение показаний при максимальной испытательной нагрузке при нормальных

условиях.

T_I – Значение температуры при проведении нагружения при температурных испытаниях.

T_N – Значение температуры при проведении нагружения в нормальных условиях.

Полученные значения дополнительной приведенной погрешности не должны превышать $\pm 0,5\%$.

10 Оформление результатов поверки

Результаты измерений заносят в протокол (рекомендуемая форма протоколов приведена в ПРИЛОЖЕНИИ А к настоящей методике поверки).

10.1 Сведения о результатах поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.2 В случае положительных результатов поверки, по запросу владельца динамометра выдается свидетельство о поверке, в паспорт вносится запись в соответствующий раздел, заверенная подписью поверителя с нанесением оттиска поверительного клейма (знака поверки).

10.3 При отрицательных результатах поверки по запросу владельца динамометра, выдают извещение о непригодности с указанием причин непригодности.

Начальник отдела 9
Западно-Сибирского филиала
ФГУП «ВНИИФТРИ»

С.И. Пискунов

Протокол поверки № _____

Дата поверки	
Динамометр	30.9950.
Заводской №	
Год изготовления:	
Условия поверки:	
Температура воздуха, °C	
Средства поверки	

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

Определение приведенной погрешности и размаха показаний.

Нагрузка, кгс	Серия 1	Серия 2	Серия 3	Средние показания, мм	Повторяемость показаний, %	Приведенная погрешность, %
	Показания индикатора, мм	Показания индикатора, мм	Показания индикатора, мм			

☐ Соответствует ☐ Не соответствует

Порог реагирования
☐ Соответствует ☐ Не соответствует

Невозврат указателя
☐ Соответствует ☐ Не соответствует

Определение дополнительной приведенной погрешности (выполняется при первичной поверке).

Нагрузка, кгс	Показание индикатора при нормальных условиях, мм		Температура				Температура			
			Показание индикатора, мм		Дополнительная приведенная погрешность, %		Показание индикатора, мм		Дополнительная приведенная погрешность, %	
	растяжение	сжатие	растяжение	сжатие	растяжение	сжатие	растяжение	сжатие	растяжение	сжатие

☐ Соответствует ☐ Не соответствует

Заключение по результатам поверки _____

Поверитель

подпись

ФИО

Математическая модель силы, реализуемой стендом для нагружения:

$$F = \frac{m \times g}{9,80665}$$

Основной вклад в неопределенность измерений прикладываемой нагрузки вносят:

- 1) Неопределенность массы гирь используемых для нагружения;
- 2) Неопределенность значения ускорения свободного падения;
- 3) Неровность установки динамометра;
- 4) Неуспокоенное движение корзины с гирями.

Оценка составляющих относительной стандартной неопределенности.

1) Неопределенность, связанная с неопределенностью массы гирь.

Для эталонов массы 4 разряда значение абсолютной неопределенности массы можно принять как 1/3 предела допускаемой погрешности. Значение относительной неопределённости соответственно будет:

$$w_m = \frac{1}{3} \times \frac{\delta_m}{m} = 1,7 \times 10^{-5}$$

2) Стандартная неопределенность, связанная с неопределенностью местного ускорения свободного падения.

Значение ускорения свободного падения может быть вычислено по формуле 11 приведенной в МИ 3278-2010, утвержденной ФГУП «ВНИИМС». с погрешностью не более 0,001 м/с². Предполагая нормальный закон распределения погрешности определения ускорения свободного падения значение стандартной неопределенности можем оценить как:

$$w_g = \frac{\Delta_g}{\sqrt{3} \times g} = 5,9 \times 10^{-5}$$

3) Стандартная неопределенность, связанная с неровностью установки динамометра при сборке стенда.

Отклонение от вертикальности установки динамометра без инструментального контроля установлено на практике как $\pm 2^\circ$, принимая нормальный закон распределения вертикальности установки динамометра значение стандартной неопределенности можем оценить как:

$$w_p = \frac{(1 - \cos(2^\circ))}{\sqrt{3}} = 3,52 \times 10^{-4}$$

4) Стандартная неопределенность, связанная с неуспокоившимся колебанием корзины для гирь.

Корзина с гирями при не полном успокоении может совершать колебательные движения с максимальным углом $\pm 1^\circ$, принимая нормальный закон распределения угла при этом значение стандартной неопределенности можем оценить как:

$$w_s = \frac{(1 - \cos(1^\circ))}{\sqrt{3}} = 8,8 \times 10^{-5}$$

Значение стандартной относительной неопределенности нагрузки будет:

$$w_c = \sqrt{w_m^2 + w_g^2 + w_p^2 + w_s^2} = 3,67 \times 10^{-4}$$

Значение расширенной неопределённости:

$$W = 2 * w_c = 7,34 \times 10^{-4} = 0,074\%$$

В соответствии с государственной поверочной схемы для средств измерения силы методика косвенных измерений, должна обеспечивать неопределенность измерений действительных значений погрешности, не превышающих 1/3 от пределов допускаемой погрешности поверяемых средств измерений. Для динамометров с пределом допускаемой погрешности 2% неопределенность измерений нагрузки не должна превышать 0,66%.

Принимая значение ускорения свободного падения в месте выполнения поверки динамометров равное значению нормального ускорения свободного падения $g=9,80665 \text{ м/с}^2$ и оценивая неопределенность как вариацию отклонений от действительного значения ускорения свободного падения $\pm 0,03 \text{ м/с}^2$ получаем значение расширенной неопределенности $W=0,61\%$ что не превышает требуемых значений. Таким образом при выполнении поверки в местах со значением ускорения свободного падения находящихся в диапазоне от $9,77665 \text{ м/с}^2$ до $9,83665 \text{ м/с}^2$ значение нагрузки численно равным массе гирь.