

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ» (ФГУП «ВНИИМС»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



И. В. Иванникова
И. В. Иванникова

«12» мая 2020 г.

Манометры-термометры скважинные Фотон

Методика поверки

МП 207-019-2020

Настоящая методика распространяется на манометры-термометры скважинные Фотон, изготавливаемые ООО «НПЛ «Фотон».

Манометры-термометры скважинные Фотон (далее – приборы) предназначены для измерений избыточного давления и температуры жидкой и газообразной сред.

Интервал между поверками:

- 2 года для приборов с основной приведенной к ВПИ погрешностью измерений избыточного давления $\pm 0,06\%$;
- 3 года для остальных приборов.

1. Операции поверки

1.1 При проведении первичной поверки выполняют операции, приведённые в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики
Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки	6.1
Опробование	6.2
Проверка метрологических характеристик	6.3

1.2. Не допускается проведение поверки в сокращенном объеме.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, перечень которых приведён в таблице 2.

2.2 Средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.2	Манометр грузопоршневой МП-2,5 (Регистрационный № 58794-14). Диапазон измерений от 0 до 0,25 кПа. Верхний предел измерений 0,25 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: $\pm 0,005$ % от измеряемого давления. Манометр грузопоршневой МП-1000 (Регистрационный № 58794-14). Диапазон измерений от 0,2 до 100 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: $\pm 0,005$ % от измеряемого давления. Персональный компьютер с предустановленным ПО
6.3	Рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 – термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 (Регистрационный № 19916-10). Диапазон измерений температуры от -196 до +419,527 °С. Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 (Регистрационный № 19736-11). Пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm(0,001+3 \cdot 10^{-6} \cdot t)$ °С ($R_0=100$ Ом, $I=1$ мА). Термостат переливной прецизионный ТПП-1 модификации ТПП-1.1 (Регистрационный № 33744-07). Диапазон воспроизводимых температур от -40 до +100 °С, нестабильность поддержания заданной температуры: $\pm 0,01$ (в диапазоне от минус 40 до плюс 35 °С), $\pm(0,0025+0,00005 \cdot t)$ °С, где t– значение заданной температуры (в диапазоне от плюс 35 до плюс 80 °С), $\pm(0,005+0,00005 \cdot t)$ °С (в диапазоне от плюс 80 до плюс 100 °С), неоднородность температурного поля в рабочей ванне термостата $\pm 0,01$ °С. Термостат переливной прецизионный ТПП-1 модификации ТПП-1.0 (Регистрационный № 33744-07). Диапазон воспроизводимых температур от 35 до +300

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
	<p>°С, нестабильность поддержания заданной температуры: $\pm(0,005+0,00005 \cdot t)$, где t – значение заданной температуры, неоднородность температурного поля в рабочей ванне термостата $\pm 0,01$ °С.</p> <p>Манометр грузопоршневой МП-1000 (Регистрационный № 58794-14). Диапазон измерений от 0,2 до 100 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: $\pm 0,005$ % от измеряемого давления.</p> <p>Манометр грузопоршневой МП-2,5 (Регистрационный № 58794-14). Диапазон измерений от 0 до 0,25 кПа. Верхний предел измерений 0,25 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: $\pm 0,005$ % от измеряемого давления.</p> <p>Камера тепла-холода (климатическая) с диапазоном воспроизводимых температур от -40 до +140 °С и нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности.</p> <p>Персональный компьютер с предустановленным ПО</p>
<p>Примечание – Допускается применение средств поверки, не приведённых в таблице, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.</p>	

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 Поверка приборов должна выполняться специалистами, прошедшими обучение в качестве поверителей данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации и освоившими работу с манометрами-термометрами скваженными Фотон.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» ПОТЭУ (2014);
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые средства поверки.

5 Условия поверки и подготовка к ней

5.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 до +25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- давление в помещении, где проводят поверку (далее – атмосферное давление), в пределах от 86 до 106 кПа;
- колебания давления окружающего воздуха, вибрация, тряска, удары, наклоны, магнитные поля и другие возможные воздействия на прибор при его поверке не должны приводить к выходу за допускаемые значения метрологических характеристик;

5.2 Средства поверки, вспомогательное оборудование готовят в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

5.3 При работе термостатов включают местную вытяжную вентиляцию.

5.4 Операции, проводимые со средствами поверки и поверяемыми приборами должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

5.5 Перед проведением поверки приборов выполняют следующие подготовительные работы:

– выдерживают прибор не менее 2 ч при температуре, указанной в п. 5.1, если иное не указано в технической документации на прибор;

– выдерживают прибор не менее 0,5 ч при включённом питании, если иное не указано в технической документации;

– с помощью кабеля подключают прибор к ПК с предустановленным ПО «FOTON-Service» и в соответствии с руководством по эксплуатации программируют прибор на запись/передачу измеренных данных. Все полученные показания измерений прибора записываются в энергонезависимую память и/или передаются по кабелю (у модификации Фотон-К) и фиксируются с помощью внешнего ПО «FOTON-Service» на мониторе ПК.

– проверяют на герметичность в соответствии с п.п. 5.5.1 – 5.5.2 систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины.

5.5.1 Провести проверку герметичности системы. При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки приборов, на место поверяемого прибора установить заведомо герметичный прибор или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5 % от значений давления, соответствующих верхнему пределу измерений поверяемого прибора, и позволяющее зафиксировать изменение давления на величину 0,5 % от заданного значения давления. Создать давление в системе равное верхнему пределу измерений поверяемого прибора, после чего отключить источник давления. Если в качестве эталона применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключить.

5.5.2 Систему считать герметичной, если после 3-х мин выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений приборов, не наблюдается падения давления в течение последующих 2 мин. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре прибора устанавливают:

- наличие заводского номера;
- наличие на корпусе прибора маркировки, соответствующей паспорту;
- соответствие внешнего вида, комплектности прибора описанию типа, технической и эксплуатационной документации;
- отсутствие на приборе и кабеле загрязнений, дефектов, механических повреждений, влияющих на работоспособность прибора.

Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования. При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

6.2 Опробование

6.2.1 При опробовании проверить герметичность и работоспособность прибора

6.2.2 Работоспособность прибора по каналу избыточного давления проверить, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельных значений. При этом должно наблюдаться изменение величины измеряемого давления на мониторе ПК.

6.2.3 Проверку работоспособности прибора по каналу измерений температуры проводят, наблюдая текущие значения температуры окружающего воздуха, измеренные прибором с монитора ПК.

6.2.4 Проверку герметичности прибора рекомендуется совмещать с операцией определения его основной допускаемой приведенной погрешности измерений избыточного давления от диапазона измерений.

Методика проверки герметичности прибора аналогична методике проверки герметичности системы (п. 5.2.2), но имеет следующие особенности:

- изменение избыточного давления определяют по изменению показаний величины давления на мониторе ПК поверяемого прибора, включенного в систему (п. 5.2.2);
- в случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым прибором, следует отдельно проверить герметичность системы и прибора.

6.3 Проверка метрологических характеристик

Проверка метрологических характеристик приборов (основной допускаемой приведенной погрешности измерений избыточного давления прибора от верхнего диапазона измерений (далее - ВПИ) и определение абсолютной погрешности измерений температуры) проводится параллельно.

Абсолютную погрешность измерений температуры проводят методом непосредственного сравнения с эталонным термометром в пяти температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая начальное и конечное значения диапазона измерений.

6.3.1 В соответствии с руководством по эксплуатации запрограммировать прибор: задать начало и частоту опроса, синхронизировать время с ПК, включить запись измеренных данных (для автономной модификации Фотон) и/или открыть окно ПО с текущими показаниями прибора (для модификации Фотон-К с интерфейсным кабелем) и фиксировать их в соответствующих таблицах в процессе проведения поверки приборов.

6.3.2 Подключить испытуемый прибор к грузопоршневому манометру МП-2,5 или МП 1000 при помощи специальной оснастки и трубок;

6.3.3 Погрузить прибор в жидкостной термостат переливного типа на максимальную глубину, при этом, не допускается касания корпуса прибора стенок и дна рабочей камеры термостата, и закрепить его в таком положении. При невозможности осуществления полного погружения прибора в термостат, термоизолируют выступающую часть прибора от влияния теплоотвода при помощи теплоизоляционных материалов.

6.3.4 Поместить эталонный термометр в рабочий объем термостата на нормируемую глубину таким образом, чтобы измерение температуры проводилось максимально близко к месту расположения ЧЭ температуры поверяемого прибора.

6.3.5 Установить в термостате первую температурную точку, контролируя температуру при помощи эталонного термометра.

Не менее, чем через 40 минут после выхода термостата на заданный режим и установления теплового равновесия между эталонным термометром, прибором и термостатирующей средой (стабилизации показаний), выполняют отсчеты показаний по эталонному термометру и поверяемому прибору с монитора ПК (с помощью специализированного ПО) в течении 5 мин. Вычисляют средние арифметические значения измерений и заносят их в Таблицу 4 (для модификации Фотон-К)

Для автономной модификации приборов Фотон после выдержки прибора в заданной температурной точке не менее 40 минут зафиксировать текущее время $t_{изм}$ и показания эталонного термометра (в течении 5 мин) и занести эти данные в соответствующие столбцы таблицы 4. По окончании поверки результаты измерений поверяемого прибора считать из энергонезависимой памяти с помощью специализированного ПО.

6.3.6 Подать на прибор от грузопоршневого манометра МП-2,5 или МП-1000 давление $P_{действие}$, МПа в контрольных точках, соответствующих 0; 25; 50; 75 и 100 % от верхнего предела диапазона измерений давления.

При этом, на грузопоршневом манометре последовательно:

- задать и зафиксировать давление в приборе при подходе со стороны меньших значений избыточного давления (прямой ход – ПХ);

- при достижении верхнего предела измерений избыточного давления выдержать прибор в течение пяти минут и повторно зафиксировать показания прибора, при этом не допускается падение давления более 0,2 МПа;

- задать и зафиксировать показания прибора со стороны больших значений задаваемого избыточного давления (обратный ход – ОХ);

6.3.7 Занести в соответствующую ячейку таблицы 3 значения времени проведения измерения $t_{изм}$, колонки ПХ для подхода со стороны меньших значений давления или колонки ОХ для подхода со стороны больших значений давления (для автономной модификации Фотон) или для модификации Фотон-К с интерфейсным кабелем занести результаты измерений в соответствующие ячейки таблицы 3 и 4 в процессе проведения поверки.

Таблица 3

Номин. значен. измер. парам. ($P_{действ}$), МПа	Показания эталонного прибора ($P_{ЭТ}$), МПа	1 цикл				...	3 цикл				$\gamma_{п}$, %
		ПХ		ОХ		...	ПХ		ОХ		
		$P_{изм}$	$t_{изм}$	$P_{изм}$	$t_{изм}$		$P_{изм}$	$t_{изм}$	$P_{изм}$	$t_{изм}$	
					...						
					...						
					...						
					...						

6.3.8 Выполнить операции по п.п. 6.3.6...6.3.7 для 3-х циклов измерений.

6.3.9 Провести операции по п.п. 6.3.5...6.3.8 в остальных контрольных температурных точках, соответствующих 25, 50, 75 и 100 % от верхнего предела диапазона измерений.

6.3.10 Для считывания результатов измерений автономной модификации Фотон запустить программное обеспечение в соответствии руководством пользователя и загрузить результаты измерений.

6.3.11 Найти в результатах измерений строки с временем, соответствующим зафиксированному в колонке $t_{изм}$ таблицы 4 и занести среднее арифметическое значение температуры $T_{изм}$, измеренной прибором в течении 5 мин. с момента начала фиксации времени $t_{изм}$

Таблица 4

$T_{зад}$, °C	$T_{уст}$, °C	$t_{изм}$	$T_{изм}$, °C	ΔT , °C

6.3.12 Рассчитать и занести в колонку ΔT , °C таблицы 4 значение абсолютной погрешности измерений температуры во всех контрольных температурных точках по формуле (1):

$$\Delta T = |T_{изм} - T_{уст}|, \quad (1)$$

6.3.13 Для автономной модификации приборов Фотон найти в результатах измерений строки с временем, соответствующим зафиксированному в колонке $t_{изм}$ таблицы 3 и занести измеренное значение давления в колонку $P_{изм}$ для всех значений $P_{действ}$.

6.3.14 Рассчитать приведённую погрешность измерений давления для каждой контрольной точки, $\gamma_{п}$, %, по формуле (2):

$$\gamma_{п} = \frac{P_{изм} - P_{ЭТ}}{P_{ВПИ} - P_{НПИ}} \times 100, \% \quad (2)$$

Где:

$P_{изм}$ – значение давления, измеренное прибором, МПа

$P_{ЭТ}$ – значение давления, измеренного эталонным средством измерений, МПа

$P_{ВПИ}$ – верхний предел измерений, МПа

$P_{НПИ}$ – нижний предел измерений, МПа

Максимальное значение $\gamma_{п}$, соответствующее задаваемому номинальному значению измеряемого параметра $P_{действ}$, занести в таблицу 3 в колонку $\gamma_{п}$, %

6.3.15 Результат проверки считается положительным, если значения абсолютной погрешности измерений температуры и основной приведенной погрешности измерений давления

(от ВПИ) в каждой контрольной точке не превышают нормированных значений предельно допускаемых погрешностей, приведенных в описании типа на приборы в Федеральном информационном Фонде по обеспечению единства измерений.

6.3.16 Допускается проводить поверку приборов в рабочем объеме климатической камеры. При этом прибор подключают к грузопоршневому манометру при помощи специальных трубок и оснастки, выведя трубки, кабель питания и связи (при наличии) через технологическое отверстие камеры.

Эталонный термометр размещается в рабочем объеме камеры и фиксируется таким образом, чтобы измерение температуры проводилось максимально близко к месту расположения ЧЭ температуры поверяемого прибора.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Приборы, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. В соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015г. на них оформляется свидетельство о поверке и (или) делается соответствующая запись и ставится знак поверки в паспорт.

7.2 При отрицательных результатах поверки, в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г., оформляется извещение о непригодности. Прибор к дальнейшей эксплуатации не допускают.

Разработчики настоящей методики:

Заместитель начальника отдела 207
ФГУП «ВНИИМС»

Е.В. Родионова

Начальник отдела 207
ФГУП «ВНИИМС»

А.А. Игнатов

Начальник отдела 202
ФГУП «ВНИИМС»

Е.А. Ненашева