

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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»

Н. В. Иванникова



2020 г.

**Преобразователи давления и температуры
SureSENS QPT ELITE**

Методика поверки

МП 202-004-2020

Настоящая методика распространяется на преобразователи температуры и давления SureSENS QPT ELITE, изготавливаемых фирмой «Baker Hughes», США.

Преобразователей температуры и давления SureSENS QPT ELITE (далее – преобразователи) предназначены для измерений избыточного давления и температуры нефти, газа, воды и их смесей в скважинах.

Настоящая методика устанавливает процедуру первичной поверки преобразователей до ввода в эксплуатацию. Периодической поверке преобразователи не подлежат.

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	5.1
Опробование	5.2
Проверка метрологических характеристик	5.3

1.2. Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов из состава средств измерений, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

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.

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
5.2	Манометр грузопоршневой МП-1000. Верхний предел измерений 100 МПа, нижний предел измерений 0,2 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: $\pm 0,005$ % от измеряемого давления. Персональный компьютер с предустановленным ПО
5.3	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 8.15 (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 °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. Манометр грузопоршневой МП-1000. Верхний предел измерений 100 МПа, нижний предел измерений 0,2 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: $\pm 0,005$ % от измеряемого давления.

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
	Персональный компьютер с предустановленным ПО
Примечание – Допускается применение средств поверки, не приведённых в таблице, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.	

3 Требования безопасности

3.1 Поверка преобразователей должна выполняться специалистами, аттестованными в качестве поверителей данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации и освоившими работу с преобразователями.

3.2 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.

4 Условия поверки и подготовка к ней

4.1 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 преобразователь при его поверке не должны приводить к выходу за допускаемые значения метрологических характеристик;

4.2 Перед проведением поверки преобразователей выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают преобразователь не менее 2 ч при температуре, указанной в п. 4.1, если иное не указано в технической документации на преобразователь;

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

- с помощью кабеля подключают преобразователь к внешнему наземному модулю, подключенному к ПК с предустановленным ПО. Все полученные показания измерений преобразователя фиксируют с монитора ПК;

- проверяют на герметичность в соответствии с п.п. 4.2.1 – 4.2.2 систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины.

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

4.2.2 Систему считать герметичной, если после 3-х мин выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений преобразователей, не наблюдается падения давления в

течение последующих 2 мин. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре преобразователя устанавливают:

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

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

5.2 Опробование

5.2.1 При опробовании проверить герметичность и работоспособность преобразователя

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

5.2.3 Проверку герметичности преобразователя рекомендуется совмещать с операцией определения его допускаемой приведенной погрешности измерений избыточного давления от диапазона измерений.

Методика проверки герметичности преобразователя аналогична методике проверки герметичности системы (п. 4.2.2), но имеет следующие особенности:

- изменение избыточного давления определяют по изменению показаний величины давления на мониторе ПК поверяемого преобразователя, включенного в систему (п. 4.2.2);
- в случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым преобразователем, следует отдельно проверить герметичность системы и преобразователя.

5.3 Проверка метрологических характеристик

Проверка метрологических характеристик преобразователей (допускаемой приведенной погрешности измерений давления преобразователя от диапазона измерений (далее - ДИ) и определение абсолютной погрешности измерений температуры) может проводиться отдельно или одновременно.

Одновременная проверка метрологических характеристик преобразователей проводится в случае конструктивной возможности размещения в рабочей зоне термостата преобразователя с оснасткой для подключения грузопоршневого манометра. В случае конструктивной несовместимости проверка метрологических характеристик по каналам измерений давления и температуры проводится отдельно.

5.3.1 Одновременная проверка метрологических характеристик преобразователей проводится в рабочем объеме жидкостных термостатов переливного типа ТПП-1 в пяти контрольных температурных точках: +25, +60, +90, +120, +150°C, следующим образом:

5.3.1.1 Подключить преобразователь к внешнему наземному модулю, подключенному к ПК с предустановленным внешним ПО. Установить соединение преобразователя для визуализации показаний измерений величин давления и температуры.

5.3.1.2 Подключить преобразователь к грузопоршневому манометру при помощи специальных трубок.

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

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

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

5.3.1.5 Не менее, чем через 40 минут после выхода термостата на заданный режим и установления теплового равновесия между эталонным термометром, преобразователем и термостатирующей средой (стабилизации показаний), выполняют отсчеты показаний по эталонному термометру и преобразователю с монитора ПК (с помощью специализированного ПО) в течении 5 мин. Вычисляют средние арифметические значения измерений.

5.3.1.6 Рассчитывают абсолютную погрешность измерений температуры по формуле 1:

$$\Delta_T = T_{СИ} - T_{Э}, \quad (1)$$

где $T_{СИ}$ - измеренное среднее арифметическое значение температуры поверяемого преобразователя, °С;

$T_{Э}$ - среднее арифметическое значение показаний эталонного термометра, °С.

5.3.1.7 Подать на преобразователь давление $P_{действ}$ в соответствии с таблицей 3 (Допускается отклонение $\pm 10\%$ от указанных величин измеряемого параметра).

При этом, на грузопоршневом манометре последовательно:

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

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

5.3.1.8 Занести в соответствующую ячейку таблицы 3 значения полученных результатов измерений;

5.3.1.9 Выполнить операции по п.п. 5.3.1.7 – 5.3.1.8 для 3 циклов измерений;

Таблица 3

Номинальное значение измеряемого параметра ($P_{действ}$), МПа	При $t = +25; +90; +150$ °С						$\gamma_p, \%$
	1 цикл		2 цикл		3 цикл		
	$P_{изм}$	$P_{эт}$	$P_{изм}$	$P_{эт}$	$P_{изм}$	$P_{эт}$	
1,38							
17,25							
34,50							
51,75							
68,95							

5.3.1.10 Значение допускаемой приведенной погрешности измерений давления (от ДИ) $\gamma_{п}, \%$, для каждого из измеренных значений давления, определить по формуле:

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

Где:

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

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

$P_{ДИ}$ – диапазон измерений, МПа

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

5.3.1.12 Операции по п.п. 5.3.1.4...5.3.1.11 повторяют для всех остальных температурных точек, находящихся в интервале измеряемых температур поверяемого преобразователя.

5.3.1.13 Результат поверки считается положительным, если значения абсолютной погрешности измерений температуры и приведенной погрешности измерений давления (от ДИ) в каждой контрольной точке не превышают нормированного значения предельно допускаемой погрешности измерений, указанной в описании типа.

5.3.2 Раздельная проверка метрологических характеристик преобразователей проводится в рабочем объеме жидкостных термостатов переливного типа в контрольных температурных точках, указанных в п. 5.3.1, следующим образом:

5.3.2.1. Подключить преобразователь к внешнему наземному модулю, подключенному к ПК с предустановленным внешним ПО. Установить соединение преобразователя для визуализации показаний измерений величин давления и температуры.

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

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

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

5.3.2.4 Не менее, чем через 40 минут после выхода термостата на заданный режим и установления теплового равновесия между эталонным термометром, преобразователем и термостатирующей средой (стабилизации показаний), выполняют отсчеты показаний по эталонному термометру и преобразователю с монитора ПК (с помощью специализированного ПО) в течении 5 мин. Вычисляют средние арифметические значения измерений.

5.3.2.5 Рассчитать абсолютную погрешность измерений температуры по формуле 1.

5.3.2.6 Вынуть преобразователь из жидкостного термостата и подключить его к грузопоршневому манометру при помощи специальных трубок.

5.3.2.7 Провести операции по п.п. 5.3.1.7... 5.3.1.11.

5.3.2.8 Результат поверки считается положительным, если значения абсолютной погрешности измерений температуры и приведенной погрешности измерений давления (от ДИ) в каждой контрольной точке не превышают нормированного значения предельно допускаемой погрешности измерений, указанной в описании типа.

6 Оформление результатов поверки

6.1 Положительные результаты поверки преобразователей удостоверяются знаком поверки, наносимым в паспорт и (или) на свидетельство о поверке в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г.

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

Начальник отдела 202

Е.А. Ненашева

Начальник отдела 207

А.А. Игнатов