

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ОАО «КИП «МЦЭ»

_____ А.В. Федоров

13 июля 2018 г.



**ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ МОДЕЛЕЙ RPI+T, DPI V.2+T, RPS, DPS
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МЦКЛ.0248.МП**

Москва
2018 г.

Настоящая методика поверки распространяется на датчики давления моделей RPI+T, DPI V.2+T, RPS, DPS (далее – датчики), серийно изготавливаемые Фирмой GRUNDFOS Holding A/S, Дания и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Датчики предназначены для непрерывного измерения давления (избыточного и дифференциального (разности давлений)) и температуры измеряемой среды с преобразованием измеренных значений давления и температуры в унифицированные выходные сигналы.

Принцип действия датчиков основан на использовании зависимости между измеряемым давлением и упругой деформацией чувствительного элемента. Под воздействием измеряемого давления (разности давлений) деформируемый упругий элемент (мембрана) вызывает пропорциональное изменение электрического сопротивления тензорезистора, включенного в мостовую схему (мост Уитстона). Канал измерений температуры также реализован на базе мостовой схемы Уитстона с включенными в нее тензорезисторами, соответствующим образом изменяющими свое электрическое сопротивление под действием температуры измеряемой среды, и эталонным резистором, расположенным вне зоны температурного воздействия измеряемой среды. При помощи электронного блока датчик высчитывает значения давления и температуры и преобразует измеренные значения в выходные аналоговые сигналы.

Интервал между поверками – один год.

Первичную и периодическую поверку осуществляют аккредитованные в установленном порядке юридические лица и индивидуальные предприниматели.

Первичной поверке подвергается каждый экземпляр датчиков при выпуске из производства до ввода в эксплуатацию и после ремонта. Периодической поверке подвергается каждый экземпляр, находящийся в эксплуатации, через установленный интервал между поверками.

Обязательное представление датчиков на периодическую поверку чаще установленного интервала между поверками (внеочередная поверка) осуществляется в случаях:

- несоответствие знака поверки формам, приведенным в приложении 3 Приказа Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 (знаки поверки считают поврежденными, если нанесенную на них информацию невозможно прочитать без применения специальных средств. Поврежденные знаки поверки восстановлению не подлежат);

- повреждения пломбы (пломбы считаются поврежденными, если нанесенную на них информацию невозможно прочитать без применения специальных средств и если пломбы препятствуют несанкционированному доступу к узлам регулировки и (или) элементам конструкции преобразователей»;

- возникновение сомнений в показаниях.

Периодической поверке могут не подвергаться датчики, находящиеся на длительном хранении. При вводе в эксплуатацию после длительного хранения (более одного интервала между поверками) проводится периодическая поверка.

1 Операции поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения	7.3	да	да
4 Определение метрологических характеристик	7.4	да	да
5 Оформление результатов поверки	8	да	да

1.2 Поверка прекращается при получении отрицательных результатов хотя бы одной из операций поверки, приведенных в таблице 1. Отрицательные результаты поверки оформляются в соответствии с п. 8.3 раздела 8.

2 Средства поверки

2.1 Перечень эталонов, средств измерений и вспомогательного оборудования (далее – средства поверки), применяемых при проведении поверки, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень эталонов, средств измерений (СИ) и вспомогательного оборудования

Наименование средств поверки	Характеристики средств поверки
Термогигрометр ИВА-6Н-КП-Д	диапазон измерений температуры от 0 °С до плюс 60 °С, основная допускаемая погрешность измерения температуры $\pm 0,3$ °С, диапазон измерения относительной влажности от 0 до 98 %, допускаемая основная абсолютная погрешность: при 23 °С в диапазоне от 0 до 90 % ± 2 %, в диапазоне от 90 до 98 %, не более ± 3 %; диапазон измерения атмосферного давления, гПа 700...1100, ПГ $\pm 2,5$ гПа
Мановакуумметр грузопоршневой типа МВП-2,5	Класса точности 0,05, диапазон измерений от минус 95 до 250 кПа, ТУ 4212-005-48318935-99
Манометр избыточного давления грузопоршневой МП-60	Класса точности 0,05, диапазон измерений от 0,1 до 6 МПа
Термостат переливной прецизионный ТТП-1.1	диапазон воспроизводимых значений температуры от -40 до +100 °С, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,01$ °С
Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 модификации МИТ 8.10М	диапазон измерений температуры от -200 до +965 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры $\pm(0,004 + 0,00001 \cdot t)$ °С

Продолжение таблицы 2

Наименование средств поверки	Характеристики средств поверки
Мультиметр цифровой 34465А	диапазон измерений напряжения переменного тока от 0 до 1000 В, пределы основной допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока при температуре окружающей среды при 23 °С от $\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot U + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot U_{np})$ до $\pm(4 \cdot 10^{-5} \cdot U + 6 \cdot 10^{-6} \cdot U_{np})$
Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСРВ-1	диапазон измерения температуры от -80 до +200 °С, эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009
Источник постоянного тока Б5-8 или Б5-45	Наибольшее значение напряжения на выходе 50 В. Допускаемое отклонение $\pm 0,5\%$ от установленного значения напряжения

2.2 Допускается применение других средства поверки, не указанных в таблице 2, обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых датчиков с требуемой точностью (отношение метрологической характеристики, обеспечиваемой средствами поверки к поверяемой метрологической характеристике не менее 1 к 3).

2.3 Средства поверки, должны быть исправны, поверены и аттестованы в установленном порядке.

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К выполнению поверки, обработке и оформлению результатов поверки допускают лиц, достигших 18 лет, прошедших обучение и проверку знаний требований охраны труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-2015, годных по состоянию здоровья, и изучивших настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию (ЭД) на:

- поверяемые датчики;
- средства поверки;
- и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, определяемые:

- эксплуатационной документацией на поверяемые датчики и средства поверки;
- правилами техники безопасности действующими в месте проведения поверки.

4.2 Средства поверки должны быть заземлены в соответствии с их инструкциями (руководствами) по эксплуатации.

4.3 Ко всем используемым средствам поверки должен быть обеспечен свободный доступ для заземления, настройки и измерений.

4.4 Работы по соединению приборов должны выполняться до подключения их к питающей сети.

4.5 К работе должны допускаться лица имеющие необходимую квалификацию, обученные работе со средствами поверки и правилам техники безопасности.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- диапазон температуры окружающей среды (воздух), °С от 20 до 25;
- диапазон относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- диапазон атмосферного давления, кПа от 86 до 106,7.

5.2 Параметры электрического питания от сети постоянного тока, напряжение, В:

- для датчиков моделей DPS и RPS от 4,75 до 5,25;
- для датчиков моделей RPI+T и DPI V.2+T от 16,6 до 30.

5.3 Вибрация, тряска, удары, наклоны, магнитные поля, кроме земного, должны отсутствовать.

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверяют комплектность эксплуатационной документации на поверяемые датчики;
- проверяют целостность пломбы (наклейка) на корпусе поверяемых датчиков;
- проверяют, что все средства поверки исправны, поверены и аттестованы на момент проведения поверки;
- поверяемые датчики выдерживают при условиях окружающей среды, указанной в п. 5.1, не менее 2 часов;
- поверяемые датчики и средства поверки устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации;
- остальную подготовку поверяемых датчиков и средств поверки проводят согласно требованиям эксплуатационной документации;
- проверяют работоспособность поверяемых датчиков и средств поверки в соответствии с руководствами по эксплуатации.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемых датчиков следующим условиям:

- комплектность соответствует технической и эксплуатационной документации;
- соответствие маркировки требованиям, предусмотренным эксплуатационной документацией;
- отсутствуют механические повреждения, коррозия, нарушения покрытий и надписей, ухудшающие внешний вид и препятствующие применению.

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании проверяют работоспособность датчика.

Работоспособность датчика проверяют, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельных значений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала.

7.3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения.

Датчики имеют встроенное программное обеспечение (ПО), устанавливаемое в энергонезависимую память при изготовлении, в процессе эксплуатации данное ПО не может быть модифицировано, загружено или прочитано через какой-либо интерфейс.

Проверку соответствия программного обеспечения производят путем сравнения данных, указанных в эксплуатационной документации на поверяемый датчик с данными приведенными в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационное наименование ПО	Описание названия ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО (не ниже)	Цифровой идентификатор (контрольная сумма) метрологически значимой части ПО	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
99158507	Software RPI (модель RPI+T)	V01.XX*.00	-	-
96812327	Software RPS (модель RPS)	V00.00.XX*	-	-
98679058		V00.02.XX*	-	-
96579432		V01.00.XX*	-	-
96580494	Software DPI (модель DPI V.2+T)	V01.00.XX*	-	-
99158528		V01.XX*.00	-	-
96744774	Software DPS (модель DPS)	V00.00.XX*	-	-
98870327		V00.01.XX*	-	-
97782531		V00.04.XX*	-	-
98995850		V00.04.XX*	-	-
99057257		V01.00.XX*	-	-

* Принимает значение от 00 до 99.

Результаты поверки по п. 7.3 считаются положительными, если установлено полное соответствие идентификационных данных программного обеспечения.

7.4 Определение метрологических характеристик

7.4.1 Приведенную погрешность измерения давления $\gamma_{(i)}$ определяют, устанавливая и контролируя (измеряя) с помощью средств поверки на входе поверяемого датчика измеряемое давление ($P_{эт}$), соответствующее контрольной точке (i).

7.4.2 Далее с помощью средств поверки измеряют значение напряжения ($U_{изм(i)}$) аналогового выходного сигнала. Значения $P_{эт(i)}$, $U_{изм(i)}$, $U_{расч(i)}$, $P_{изм(i)}$ заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Рекомендуемая форма протокола поверки

Номер точки, i	Задаваемое значение	Расчетное значение	Измеренные значения		Приведенная погрешность	
	P , кПа	$U_{расч}$, В	P , кПа	$U_{изм}$, В	$\gamma_{Дэ}$, %	γ , %
1						±0,5
2						
3						
4						
5						
5						
4						
3						
2						
1						

7.4.2.1 $\gamma_{(i)}$ определяют при пяти значениях измеряемой величины ($i=1, 2, 3, 4, 5$), достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям выходного сигнала. $\gamma_{(i)}$ определяют при значении измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших к меньшим (при прямом и обратном ходе).

Перед проверкой при обратном ходе поверяемый датчик выдерживают в течение одной минуты под воздействием верхнего предельного значения измеряемого параметра, соответствующего предельному значению выходного сигнала.

7.4.2.2 Допускается отклонение задаваемого давления от контрольных точек не более $\pm 5\%$.

7.4.2.3 При поверке датчиков разности давлений камера низкого давления соединяется с атмосферой, а измеряемое (задаваемое) давление подается в камеру высокого давления.

$\gamma_{(i)}$ для каждой контрольной точки (i) вычисляют по формуле 1.

$$\gamma_{U(i)} = \frac{U_{\text{изм}(i)} - U_{\text{расч}(i)}}{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $U_{\text{расч}(i)}$ - расчетное значение выходного аналогового сигнала (напряжение) соответствующее давлению на входе поверяемого датчика и рассчитанное в соответствии с Приложением А;

U_{min} - минимальное значение выходного сигнала датчика;

U_{max} - максимальное значение выходного сигнала датчика.

7.4.2.4 Произвести определение метрологических характеристик для каждой контрольной точки i в соответствии с таблицей 4 (всего 9 значений).

7.4.2.5 В протоколе поверки регистрируют расчетное значение $\gamma_{(i)}$ для каждой контрольной точки i .

7.4.3 Определение абсолютной погрешности измерения температуры

7.4.3.1 Для определения абсолютной погрешности измерения температуры, необходимо при помощи средств поверки задать температуру из диапазона измерений поверяемого датчика. $\Delta_{(i)}$ определяют при пяти значениях измеряемой величины ($i=1, 2, 3, 4, 5$), достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям выходного сигнала. $\Delta_{(i)}$ определяют при значении измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших к меньшим (при прямом и обратном ходе).

Перед проверкой при обратном ходе поверяемый датчик выдерживают в течение одной минуты под воздействием верхнего предельного значения измеряемого параметра, соответствующего предельному значению выходного сигнала.

7.4.3.2 После стабилизации температуры измеряемой среды, необходимо поместить поверяемый датчик в измеряемую среду на уровень не превышающий приведенный в приложении Б. Далее необходимо выдержать поверяемый датчик не менее 10 минут в измеряемой среде с заданной температурой.

7.4.3.3 После стабилизации температуры в диапазоне соответствующем определенной контрольной точке i , в протоколе поверки (Таблица 5) регистрируют значение температуры по показаниям средств поверки ($t_{ЭТ(i)}$) и значение выходного сигнала датчика (U , V) соответствующего измеряемой температуре. Далее рассчитывают значение измеренной температуры, соответствующее выходному сигналу в соответствии с формулой 2.

$$t_{\text{изм}(i)} = \frac{U_{(i)} - U_{\text{min}}}{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}} \cdot (t_{\text{max}} - t_{\text{min}}) + t_{\text{min}} \quad (2)$$

где U_{\min} – минимальное значение выходного сигнала датчика (для моделей RPS и DPS – 0,5 В; для моделей RPI+T и DPI V.2+T – 0 В);

U_{\max} – максимальное значение выходного сигнала датчика (для модели RPS – 3,5 В; для модели DPS – 4,5 В; для моделей RPI+T и DPI V.2+T – 10 В);

t_{\min} – нижний предел измерений температуры, °С;

t_{\max} – верхний предел измерений температуры, °С.

7.4.3.4 Абсолютную погрешность измерения температуры датчиками для каждой контрольной точки определяют по формуле 3.

$$\Delta_{(i)} = t_{\text{изм}(i)} - t_{\text{ЭТ}(i)} \quad (3)$$

где $t_{\text{изм}(i)}$ – температура, измеренная датчиком, °С.

7.4.3.5 Произвести определение метрологических характеристик для каждой контрольной точки i в соответствии с таблицей 5 (всего 9 значений).

Таблица 5 – Рекомендуемая форма протокола поверки

Номер точки, i	Задаваемое значение температуры измеряемой среды, °С	Измеренные значения температуры		Абсолютная погрешность, °С	
	$t_{\text{ЭТ}}$	U, В	$t_{\text{изм}}, \text{°С}$	$\Delta_{(i)}$	Допуск
1					±2
2					
3					
4					
5					
5					
4					
3					
2					
1					

7.4.3.6 В протоколе поверки регистрируют расчетное значение $\Delta_{(i)}$ для каждой контрольной точки i .

7.4.4 Результаты поверки по п. 7.4 настоящей методики поверки считаются положительными, если действительные значения приведенной погрешности измерения давления и абсолютной погрешности измерения температуры не превышают значения указанные в эксплуатационной документации на датчики.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки.

8.2 При положительных результатах поверки датчика оформляют свидетельство о поверке в соответствии с требованиями приказа Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

8.3 При отрицательных результатах поверки датчик к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и оформляют извещение о непригодности с указанием конкретных недостатков в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815.

Приложение А
(справочное)

Зависимость выходного сигнала напряжения постоянного тока от входной измеряемой величины

$$U_{расч} = U_H + \frac{U_B - U_H}{P_B - P_H} (P - P_H), \quad (A.1)$$

где $U_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала напряжения (В);

U_H, U_B – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала датчика (для RPS: $U_H=0,5$ В, $U_B=3,5$ В; для датчика DPS: $U_H=0,5$ В, $U_B=4,5$ В; для датчиков RPI+T и DPI V.2+T: $U_H=0$ В, $U_B=10$ В).

P – действительное значение входной измеряемой величины, (кПа, МПа);

P_B – ВПИ (или диапазон измерений) поверяемого датчика (кПа, МПа);

P_H – нижний предел измерений для всех датчиков (кПа, МПа).

Приложение Б
(справочное)

Уровень погружения поверяемых датчиков в измеряемую среду при проведении поверки

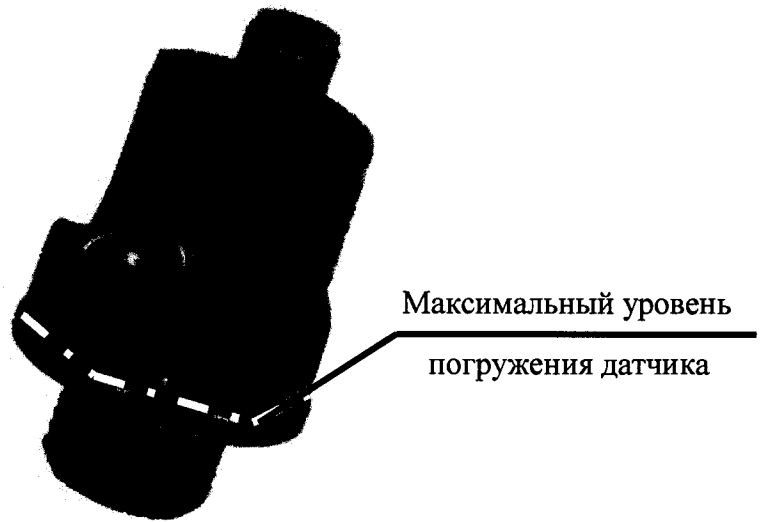


Рисунок Б.1 – Допустимый уровень погружения датчика модели RPI+T в измеряемую среду при поверке.



Рисунок Б.2 – Допустимый уровень погружения датчика модели DPI V.2+T в измеряемую среду при поверке.



Рисунок Б.3 – Допускаемый уровень погружения датчика модели RPS в измеряемую среду при поверке.

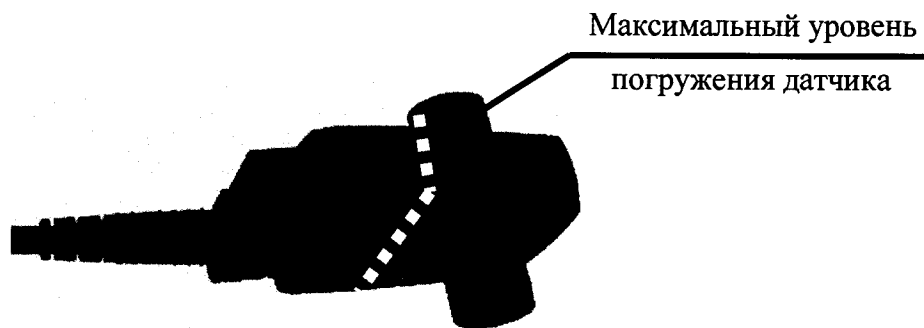


Рисунок Б.4 – Допускаемый уровень погружения датчика модели DPS в измеряемую среду при поверке.