

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ  
И ИСПЫТАНИЙ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ»  
(ФБУ «Ростовский ЦСМ»)

«СОГЛАСОВАНО»

Первый заместитель  
генерального директора  
ФБУ «Ростовский ЦСМ»  
В.А. Романов

«25» ноября 2022г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Датчики давления и температуры ФОН**  
**Методика поверки**

**АШЖ 2.834.015Д**

г. Ростов-на-Дону  
2022 г

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для первичной и периодической поверок датчиков давления и температуры ФОН, производства ООО «БВН машины», 346400 Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Троицкая, 39/166 и предназначенных для непрерывного измерения и преобразования значений измеряемых параметров - давления и температуры нейтральных к сталям 44НХТЮ и 12Х18Н10Т сред в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи и получения информации в цифровом виде, а также формирование логических сигналов при отклонении измеряемых давления и температуры от нижнего и верхнего значений, заданных уставками

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственному первичным эталонам:

- ГЭТ 23-2010 ГПЭ единицы давления-паскаля;
- ГЭТ 34-2020 ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С;
- ГЭТ 35-2021 ГПЭ, единицы температуры в диапазоне от 0,3 до 273,16 К.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик применяются прямой и косвенный метод измерений.

Методикой поверки предусмотрена возможность проведения поверки на меньшем числе величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Определение основной погрешности и вариации выходного сигнала по каналу измерения давления	да	да	9.1
Определение основной погрешности по каналу измерения температуры	да	да	9.2
Определение погрешности формирования логических сигналов отклонения измеряемых давления и температуры от значений, заданных уставками	да	да	9.3
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	да	да	10

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С.....от 21 до 25;
- относительная влажность воздуха, %.....от 30 до 80;
- атмосферное давление, мм рт.ст.....от 630 до 800;
- напряжение питающей сети, В..... от 187 до 253;
- частота питающей сети, Гц.....от 49 до 51

### 4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К поверке допускаются лица, аттестованные в качестве поверителя, изучившие эксплуатационную документацию на изделие и средства его поверки, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

### 5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2

Таблица 2 - Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерения температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +21 до +25 °С и абсолютной погрешностью $\pm 0,3$ °С; Средства измерения относительной влажности воздуха в диапазоне от 0 до 98 % и погрешностью ПГ $\pm 2$ %; Средства измерения атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа с погрешностью $\pm 0,5$ кПа Средства измерения напряжения переменного тока в диапазоне от 0 В до 750 В и абсолютной погрешностью, $\pm (0,0006 U_x + 0,0003 U_{пр})$ В; средство измерения частоты в сети переменного тока в диапазоне от 10 Гц до 20 кГц и абсолютной погрешностью, $\pm 0,0001 F_x$ ; Средства измерения длительности интервалов времени и воспроизведения двадцати четырехчасовой шкалы времени с погрешностью ПГ $\pm (9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$ с/сут.	Термогигрометр ИВА-6, (регистрационный № в ФИФОЕИ 46434-11)  Вольтметр универсальный В7-78/1 (регистрационный № в ФИФОЕИ 52147-12)  Секундомер электронный Интеграл С-01(регистрационный № в ФИФОЕИ 44154-20)
п. 9.1 Определение основной погрешности и вариации выходного сигнала по каналу измерения давления	Рабочий эталон избыточного давления 3-го разряда согласно приказу 2653 от 20.10.2022 г. «Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа» в диапазоне измерений давления (избыточного давления), от 0 до 6 МПа	Манометр грузопоршневой, МП-60 (регистрационный № в ФИФОЕИ 52189-12);

Продолжение таблицы 2

1	2	3
<p>п. 9.1 Определение основной погрешности и вариации выходного сигнала по каналу измерения давления</p>	<p>Рабочий эталон избыточного давления 3-го разряда согласно приказу 2653 от 20.10.2022 г. «Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа» в диапазоне измерений давления (избыточного давления), от 0 до 60 МПа;</p> <p>Рабочий эталон 3-го разряда электрического напряжения согласно приказу № 3457 от 30.12.2019 г. «Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы» в диапазоне измерений от 0,1 до 10 В</p> <p>Средство воспроизведения сопротивления постоянного тока, в диапазоне воспроизведения от 0,01 до 1100 Ом, класс точности <math>0,02/2 \cdot 10^{-7}</math></p> <p>Средство измерения для воспроизведения напряжения питания постоянного тока в диапазоне от 0,01 до 50 В и абсолютной погрешностью воспроизведения напряжения постоянного тока, <math>\pm(0,002 \cdot U_{уст} + 0,15)</math> В, где <math>U_{уст}</math> - установленное значение выходного напряжения, В.</p>	<p>Манометр грузопоршневой МП-600 (регистрационный № в ФИФОЕИ 52189-12);</p> <p>Вольтметр универсальный В7-78/1 (регистрационный № в ФИФОЕИ 52147-12);</p> <p>Мера электрического сопротивления многозначная, МС3055 (регистрационный № в ФИФОЕИ 42847-09)</p> <p>Источник питания постоянного тока В5-71ММ (регистрационный № в ФИФОЕИ 64887-16)</p>
<p>п. 9.2 Определение основной погрешности по каналу измерения температуры</p>	<p>Рабочий эталон 2-го разряда единицы температуры в соответствие с ГОСТ 8.558-2009 ГСИ «Государственная поверочная схема для средств измерений температуры» в диапазоне от минус 50 °С до 450 °С, с прослеживаемостью к ГЭТ 34-2020 ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 °С до 3200 °С и ГЭТ 35-2021 ГПЭ, единицы температуры в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К, с доверительной погрешностью:</p> <p>(от минус 50 до 0) °С <math>\pm 0,02</math> °С;</p> <p>(от 0 до плюс 30) °С <math>\pm 0,01</math> °С;</p> <p>(от плюс 30 до плюс 150) °С <math>\pm 0,02</math> °С;</p> <p>(от плюс 150 до плюс 230) °С <math>\pm 0,02</math> °С;</p> <p>(от плюс 230 до плюс 420) °С <math>\pm 0,02</math> °С;</p> <p>(от плюс 420 до плюс 450) °С <math>\pm 0,02</math> °С.</p> <p>Средство воспроизведения температуры в диапазоне от минус 40 °С до плюс 100 °С, с нестабильностью поддержания температуры <math>\pm 0,01</math> °С.</p>	<p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-1-2 (регистрационный № в ФИФОЕИ 32777-06);</p> <p>Термостат переливной прецизионный ТПП-1.1 (регистрационный № в ФИФОЕИ 33744-07);</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3
<p>п. 9.2 Определение основной погрешности по каналу измерения температуры</p>	<p>Средство воспроизведения температуры в диапазоне от плюс 35 °С до плюс 300 °С, с нестабильностью поддержания температуры <math>\pm 0,01</math> °С.                      Средство воспроизведения и измерения электрических сигналов силы и напряжения постоянного тока, сопротивление постоянному току, воспроизведение и измерение сигналов термопреобразователей сопротивления (ТС) по ГОСТ 6651-2009, преобразователей термоэлектрических (ТП) по ГОСТ Р 8.585-2001 и измерения сигналов термометров цифровых эталонных и преобразователей давления эталонных, приборов, использующих HART-протокол для обмена информацией. В диапазоне измерений (от 0 до 25) мА и абсолютной погрешностью <math>\pm (2 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2)</math> мкА; в диапазоне измерений (от 0 до 320) Ом и абсолютной погрешностью <math>\pm 0,01</math> Ом.                      Средство воспроизведения сопротивления в цепях переменного тока в диапазоне измерений сопротивлений от 0,018 кОм до 11,1 кОм, КТ 0,02.                      Средство измерения сигналов электрического сопротивления и напряжения постоянного тока, поступающих от первичных преобразователей температуры и преобразования их по стандартным и индивидуальным НСХ в диапазоне измерений при <math>R_0 = 500</math> Ом (от минус 200 до плюс 125) °С и абсолютной погрешностью <math>\pm (0,001 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot t)</math> °С.</p>	<p>Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0 (регистрационный № в ФИФОЕИ 33744-07);                      Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 (регистрационный № в ФИФОЕИ 56318-14);                       Магазин сопротивлений МСР-60М, (регистрационный № в ФИФОЕИ 2751-71);                      Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, (регистрационный № в ФИФОЕИ 19736-11)</p>
<p>п. 9.3 Определение погрешности формирования логических сигналов отклонения измеряемых давления и температуры от значений, заданных уставками</p>	<p>Рабочий эталон 2-го разряда единицы температуры в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 ГСИ «Государственная поверочная схема для средств измерений температуры» в диапазоне от минус 50 °С до 450 °С, с прослеживаемостью к ГЭТ 34-2020 ГПЭ единицы температуры в диапазоне (от 0 до плюс 3200) °С и ГЭТ 35-2021 ГПЭ, единицы температуры в диапазоне от 0,3 до 273,16 К, с доверительной погрешностью:                      (от минус 50 до 0) °С <math>\pm 0,02</math> °С;                      (от 0 до плюс 30) °С <math>\pm 0,01</math> °С;                      (от плюс 30 до плюс 150) °С <math>\pm 0,02</math> °С;                      (от плюс 150 до плюс 230) °С <math>\pm 0,02</math> °С;</p>	<p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-1-2 (регистрационный № в ФИФОЕИ 32777-06);</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3
<p>п. 9.3 Определение погрешности формирования логических сигналов отклонения измеряемых давления и температуры от значений, заданных уставками</p>	<p>(от плюс 230 до плюс 420) °С ± 0,02 °С;                      (от плюс 420 до плюс 450) °С ± 0,02 °С.                      Средство воспроизведения температуры в диапазоне от минус 40 °С до плюс 100 °С, с нестабильностью поддержания температуры ±0,01 °С.                      Средство воспроизведения температуры в диапазоне от плюс 35 °С до плюс 300 °С, с нестабильностью поддержания температуры ± 0,01 °С.                      Средство воспроизведения и измерения электрических сигналов силы и напряжения постоянного тока, сопротивление постоянному току, воспроизведение и измерение сигналов термопреобразователей сопротивления (ТС) по ГОСТ 6651-2009, преобразователей термоэлектрических (ТП) по ГОСТ Р 8.585-2001 и измерения сигналов термометров цифровых эталонных и преобразователей давления эталонных, приборов, использующих HART-протокол для обмена информацией. В диапазоне измерений (от 0 до 25) мА и абсолютной погрешностью ± (2 · 10<sup>-4</sup> · I + 2) мкА; в диапазоне измерений (от 0 до 320) Ом и абсолютной погрешностью ± 0,01 Ом.                      Средство воспроизведения сопротивления в цепях переменного тока в диапазоне измерений сопротивлений от 0,018 кОм до 11,1 кОм, КТ 0,02.                      Средство измерения сигналов электрического сопротивления и напряжения постоянного тока, поступающих от первичных преобразователей температуры и преобразования их по стандартным и индивидуальным НСХ в диапазоне измерений при R<sub>0</sub> = 500 Ом (от минус 200 до плюс 125) °С и абсолютной погрешностью ± (0,001 + 3 · 10<sup>-6</sup> · t) °С</p>	<p>Термостат переливной прецизионный ТПП-1.1 (регистрационный № в ФИФОЕИ 33744-07);                      Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0 (регистрационный № в ФИФОЕИ 33744-07);                      Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 (регистрационный № в ФИФОЕИ 56318-14);                      Магазин сопротивлений МСР-60М, (регистрационный № в ФИФОЕИ 2751-71);                      Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, (регистрационный № в ФИФОЕИ 19736-11)</p>

Допускается применять другие средства поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность измерений. При поверке должны использоваться средства измерений утвержденного типа и аттестованные единицы величин. Используемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь сведения о положительных результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

## 6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителями" и "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителями", а также правила безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации.

### 7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверяется: комплектность датчика, наличие пломб, маркировки, плавких вставок предохранителей и их соответствия номинальному значению тока, а также отсутствие повреждений корпуса ДДТ и ПНТТ, электрических соединителей, заземляющего винта ПНТТ. Датчики, которые не удовлетворяют изложенным выше требованиям, признаются негодными и поверке не подлежат.

### 8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо убедиться в наличии всех необходимых в соответствии с таблицей 2 средств поверки. Средства измерений, применяемые при поверке должны быть поверены и/или откалиброваны.

8.2 Перед поверкой необходимо обеспечить нахождение датчиков при указанных в разделе 3 условиях не менее 2 ч.

8.3 При опробовании проверяют взаимодействие, работоспособность устройств индикации и регистрации результатов измерений в соответствии с руководством по эксплуатации.

Для проведения опробования необходимо подключить датчик ДДТ к ПНТТ и подать напряжение питания 220 В на ПНТТ, выдержав его во включенном состоянии не менее 15 минут.

При положении тумблера на передней панели ПНТТ «кгс/см<sup>2</sup>» на цифровом индикаторе отображается значение измеряемого давления. При положении тумблера на передней панели ПНТТ «°С» на цифровом индикаторе отображается значение температуры.

### 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение основной погрешности и вариации выходного сигнала по каналу измерения давления.

9.1.1. Определение основной приведенной погрешности канала измерения давления проводят по схемам на рис. 1 в следующем порядке.



Рисунок 1 – Схема определения основной приведенной погрешности канала измерения давления

9.1.1.1. Перед проведением поверки производят «тренировку» ДДТ трехкратным его нагружением и разгрузением с интервалом 3 мин. давлением от нуля до верхнего предела измерения давления датчика ( $P_n$ ) без фиксации результатов. Значения  $P_n$  в зависимости от исполнения датчика берут из таблицы 3.

Таблица 3 – Значения верхнего предела измерения давления датчика

Вид обозначения	Верхний предел измерения давления, $P_n$ , МПа, (кгс/см <sup>2</sup> )
1	1(10)
1,6	1,6(16)
2,5	2,5(25)
4	4(40)
6	6(60)
10	10(100)
16	16(160)
25	25(250)
40	40(400)

ДДТ с  $P \leq 6,0$  МПа (60 кгс/см<sup>2</sup>) через штуцер соединяют с грузопоршневым манометром МП-60 (MTU-60). Преобразователи с  $P_n = 10,0$  МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>);  $P_n = 16,0$  МПа (160 кгс/см<sup>2</sup>);  $P_n = 25,0$  МПа (250 кгс/см<sup>2</sup>);  $P_n = 40,0$  (400 кгс/см<sup>2</sup>) соединяют с грузопоршневым манометром МП-600.

9.1.1.2. После проверки герметичности соединений ДЦТ с грузопоршневым манометром к ДЦТ подключают ПНТТ согласно схеме, приведенной в приложении Б. Тумблер на передней панели ПНТТ устанавливают в положение «кгс/см<sup>2</sup>». К выводам соединителя ХЗ «ВЫХОД» на ПНТТ подключают эталонный резистор  $R_{HI} = (500 \pm 0,1)$  Ом, например, магазин сопротивлений МСР-60М и вторичный измерительный прибор, например, универсальный вольтметр Щ-31 на пределе измерения 10 В.

9.1.1.3 После выдержки датчика при указанных в разделе 2 условиях не менее 2-х часов и прогрева вторичного измерительного прибора в течение времени, указанного в п. 8.3, ДДТ подвергают нагружению и разгрузению.

Фиксируют падения напряжения выходного сигнала  $U_j$  на эталонном резисторе  $R_{HI}$  и показания цифровой индикации  $P$  не менее чем на пяти ступенях нагружения и разгрузки, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая граничные значения диапазона измерения (см. табл. 3).

Проводят три цикла нагружения и разгрузки. Значения выходного сигнала на ступенях нагружения фиксируют через 30 с после воздействия нагружения и через 1 мин на нулевой ступени после разгрузки.

Определяют значения выходного сигнала  $I_j$  на аналоговом выходе на  $i$ -ой ступени нагружения по падению напряжения  $U_i$  на эталонном резисторе  $R_{HI}$  по формуле:

$$I_i = 1000 \cdot \frac{U_i}{R_{HI}} \quad (1)$$

где  $I$  - значение выходного сигнала, мА;  
 $U_j$  - показание вольтметра, В;  
 $R_{HI}$  - значения эталонного резистора, Ом.

По значениям выходного сигнала и их расчетным значениям, соответствующим ступеням нагружения - разгрузки, определяют основную приведенную погрешность по аналоговому выходу как максимальное отклонение действительных значений от расчетных по формуле:

$$\gamma_i = \frac{0,5 \cdot (I_i + I_{об\pi i}) - I_{pi}}{I_{max} - I_0} \cdot 100 \quad (2)$$



где  $I_i, I_{обрi}$  - средние значения выходных сигналов на  $i$ -ой ступени нагружения, соответственно в прямой и обратной последовательности нагружения, мА;

$I_{max}$  - предельное значение выходного сигнала,  $I_{max} = 20$  мА;

$I_0$  - нижнее предельное значение выходного сигнала,  $I_0 = 4$  мА;

$I_{pi}$  - расчетное значение выходного сигнала на  $i$ -ой ступени нагружения, определяемое по формуле:

$$\gamma_{iu} = \frac{0,5 \cdot (P_i + P_{обрi}) - P_{pi}}{P_H} \cdot 100 \quad (3)$$

где  $n$  - число ступеней нагружения;

$i$  - порядковый номер ступени нагружения.

Основная приведенная погрешность канала измерения давления по цифровой индикации определяется по формуле:

$$I_{pi} = \frac{I_{max} - I_0}{n} \cdot i + I_0 \quad (4)$$

где  $P_i, P_{обрi}$  - средние значения показаний цифровой индикации на  $i$ -ой ступени нагружения, соответственно в прямой и обратной последовательности нагружения, кгс/см<sup>2</sup>;

$P_H$  - верхний предел измерения (см. табл. 3), кгс/см<sup>2</sup>;

$P_{pi}$  - расчетные значения показаний цифровой индикации на  $i$ -ой ступени нагружения, определяемое по формуле:

$$P_{pi} = \frac{P_H}{n} \cdot i \quad (5)$$

где  $n$  - число ступеней нагружения;

$i$  - порядковый номер ступени нагружения.

Датчик, у которого после поверки основная приведенная погрешность канала измерения давления по аналоговому выходу и цифровой индикации превышает допустимое значение  $\pm 1,0$  %, признают непригодным к применению и его дальнейшую поверку не производят

9.1.2 Вариацию выходного сигнала канала измерения давления проводят по методике, указанной в п. 9.1.1.

9.1.2.1 Вариацию выходного сигнала по аналоговому выходу определяют, как разность между значениями выходного сигнала на ступенях нагружения и разгружения, измеренных как указано в п. 9.1.1.3, по формуле:

$$\gamma_{ri} = \left| \frac{I_i - I_{обрi}}{I_{max} - I_0} \right| \cdot 100 \quad (6)$$

Вариацию выходного сигнала по цифровой индикации определяют, как разность между показаниями цифрового индикатора на ступенях нагружения и разгружения (см. п. 9.1.1.3) по формуле:

$$\gamma_{ri} = \left| \frac{P_i - P_{обрi}}{P_H} \right| \cdot 100 \quad (7)$$

Датчик, у которого вариация выходного сигнала канала измерения давления по аналоговому выходу и цифровой индикации превышает значение 1,0 %, признают непригодным к применению и его дальнейшую поверку не производят.

## 9.2 Определение основной погрешности по каналу измерения температуры

9.2.1 Определение основной погрешности по каналу измерения температуры производят в трех точках при температурах 0 °С, 25 °С и 50 °С для диапазона от 0 °С до плюс 50 °С или при температурах 0 °С, 60 °С и 120 °С для диапазона от 0 °С до плюс 120 °С по схеме на рис. 2.



Рисунок 2 – Схема определения основной погрешности по каналу измерения температуры

9.2.2 ДДТ помещают в тонкостенный резиновый или металлический чехол (весь свободный объем чехла заполняется ватой, кольцевой зазор между стенками чехла и преобразователем не более 2 мм) и опускают в термостат на глубину не менее 10 см.

Допускается ДДТ помещать в термостатирующую среду без чехла на глубину от 4 до 5 см (недопустимо попадание термостатирующей среды в электрический соединитель).

Температуру термостатирующей среды в термостате измеряют термометром сопротивления платиновым вибропрочным эталонным ПТСВ-1-2 погрешностью не более  $\pm 0,02$  °С. ДДТ до начала измерений должен быть выдержан во включенном состоянии в термостате не менее 40 минут при погружении в чехле и не менее 10 минут при погружении без чехла.

После установления состояния теплового равновесия между ДДТ и термостатирующей средой при температуре 0 °С записывают показание эталонного термометра  $\theta_T$ , цифрового индикатора  $\theta_u$  на ПНТТ, показание вольтметра  $U_T$  и определяют значение выходного сигнала  $I_T$  на аналоговом выходе по падению напряжения на эталонном резисторе  $R_{H2}$  по формуле:

$$I_T = 1000 \cdot \frac{U_T}{R_{H2}} \quad (8)$$

где  $I_T$  - значение выходного сигнала, мА;  
 $U_T$  - показание вольтметра, В;  
 $R_m$  - значение эталонного резистора, Ом.

9.2.3 ДДТ помещают в термостат переливной прецизионный ТПП-1.1 при температуре 25 °С и 50 °С или термостат переливной прецизионный ТПП-1.0 (для диапазона от 0 °С до плюс 120 °С) при температуре 60 °С и 120 °С. Температура теплоносителя в термостате должна быть измерена термометром сопротивления платиновым вибропрочным эталонным ПТСВ-1-2 погрешностью не более ±0,02 °С. После установления состояния теплового равновесия при указанных температурах записывают показания эталонного термометра  $\theta_T$ , цифрового индикатора  $\theta_u$  на ПНТТ, вольтметра  $U_T$  и определяют значения выходного сигнала  $I_T$  по формуле, указанной в предыдущем пункте.

9.2.4 Основная погрешность канала измерения температуры по аналоговому выходу определяется по формуле:

$$\Delta = \frac{I_T - I_0}{K_T} - \theta_T \quad (9)$$

где  $I_T$  - значения выходных сигналов в проверенных температурных точках при  $t = 0$  °С;  $t = 25$  °С;  $t = 50$  °С или при  $t = 0$  °С;  $t = 60$  °С;  $t = 120$  °С, мА;

$I_0$  - нижнее предельное значение выходного сигнала,  $I_0 = 4$  мА;

$K_T$  - коэффициент пропорциональности,  $K_T = 16/50$  мА/°С или  $K_T = 16/120$  мА/°С

$\theta_T$  - показание эталонного термометра в проверенных температурных точках, °С.

Основная погрешность канала измерения температуры по цифровой индикации определяется по формуле:

$$\Delta = \theta_u - \theta_T \quad (10)$$

где  $\theta_u$  - показания цифрового индикатора в проверенных температурных точках при  $t = 0$  °С;  $t = 25$  °С;  $t = 50$  °С или при  $t = 0$  °С;  $t = 60$  °С;  $t = 120$  °С;

$\theta_T$  - показание эталонного термометра в проверенных температурных точках, °С.

9.2.5 Операции по п.п. 9.2.1 – 9.2.4 повторяют три раза. Датчик считают пригодным к эксплуатации, если максимальные значения  $\Delta$  не превышают ± 0,5 °С в диапазоне от 0 °С до плюс 50 °С или ±1,0 °С в диапазоне от 0 °С до плюс 120 °С.

9.3 Определение погрешности формирования логических сигналов отклонения измеряемых давления и температуры от значений, заданных уставками.

9.3.1 Определение погрешности формирования логических сигналов отклонения измеряемых давления и температуры от значений, заданных уставками, производят в двух точках 5 % и 95 % от диапазонов измерения, согласно табл. 4. по схеме рис 3.

Таблица 4 - Определение погрешности формирования логических сигналов отклонения измеряемых давления и температуры от значений, заданных уставками.

Верхний предел измерения давления, $P_{ном}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Диапазон измерения температуры, $\theta_{ном}$ , °С	Показания цифрового индикатора	
		5 % диапазона	95 % диапазона
1,0 (10)		0,50 ± 0,05	9,50 ± 0,05
1,6 (16)		0,80 ± 0,08	15,20 ± 0,08
2,5 (25)		1,3 ± 0,1	23,7 ± 0,1
4,0 (40)		2,0 ± 0,2	38,0 ± 0,2
6,0 (60)		3,0 ± 0,3	57,0 ± 0,3
10,0 (100)		5,0 ± 0,5	95,0 ± 0,5
16,0 (160)		8,0 ± 0,8	152,0 ± 0,8
25,0 (250)		13 ± 1	237 ± 1
40,0 (400)		20 ± 2	380 ± 2
	от 0 до плюс 50	2,5 ± 0,2	47,5 ± 0,2
	от 0 до плюс 120	6,0 ± 0,6	114,0 ± 0,6

Схема определение погрешности формирования логических сигналов отклонения

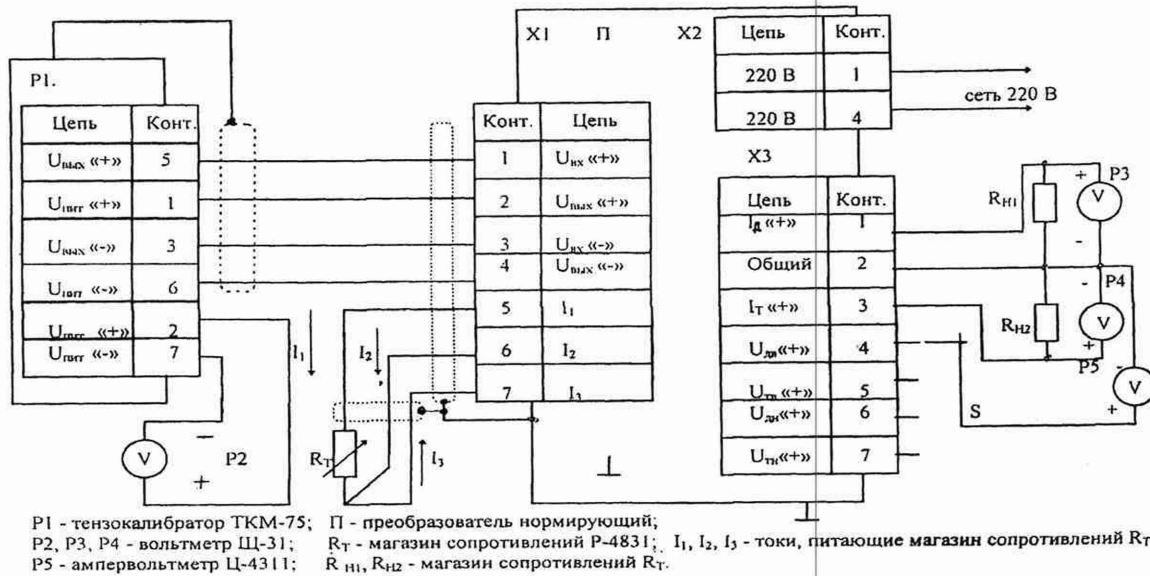


Рисунок 3 – схема определения погрешности электрических сигналов отклонения

9.3.2 Переключателем и штекерами тензокалибратора устанавливают значения входного и выходного сопротивлений тензомоста 200 или 400 Ом. Перед определением погрешности устанавливают значения ед. РРТ на тензокалибраторе  $P_1$  и сопротивления на магазине сопротивлений  $R_T$ , как промежуточные между значениями, соответствующими точкам проверки 5 % и 95 %, согласно табл. 5.

Таблица 5 - Значения ед. РРТ на тензокалибраторе  $P_1$  и сопротивления на магазине сопротивлений  $R_T$

P1		P5	$R_T$ сопротивление, Ом		Точки проверок	
Сопротивление тензодатчиков, Ом	Число единиц РРТ при РКП	Диапазон измерения, В	от (0 до + 50) °С	от (0 до +120) °С		
	1,0		2,0			
200; 400	50	100	25	50,535	51,285	5
	950	1900	25	60,167	74,395	95

9.3.3 Для проверки погрешности в точке 5 % диапазона измерения нажимают нижнюю кнопку «Н», расположенную на лицевой панели ПНТТ, и вращением соответствующих движков резисторов (обозначены буквами «Н») по каналам измерения давления, а затем - температуры, устанавливают показания цифрового индикатора, указанные в табл. 4. Установленные показания  $P_{у.н.}$ ,  $\theta_{у.н.}$  фиксируют. Затем, для проверки погрешности в точке 95 % диапазона измерения нажимают верхнюю кнопку «В» и вращением движков резисторов, обозначенных буквами «В», устанавливают соответствующие показания цифрового индикатора по табл. 4. Установленные показания  $P_{у.в.}$ ,  $\theta_{у.в.}$  фиксируют.

9.3.4 Изменяют соответственно с помощью переключателей тензокалибратора и магазина сопротивлений задаваемые ими коэффициент передачи и сопротивление вначале в сторону уменьшения, а затем в сторону увеличения. Фиксируют показания вольтметра P5 в моменты времени установления на соответствующих логических выходах сигналов высокого уровня (логическая «1»), т.е.  $U_{д.н.}$ ,  $U_{т.н.}$ ,  $U_{д.в.}$ ,  $U_{т.в.}$  должны быть не менее 12 В. Одновременно, в момент появления сигналов высокого уровня, фиксируют значения давления  $P_n$ ,  $P_v$  и температуры  $\theta_n$ ,  $\theta_v$ .

9.3.5 Погрешности  $\Delta_{н.д.}$  и  $\Delta_{в.д.}$  формирования логических сигналов при отклонении измеряемого давления от нижнего и верхнего значений, заданных уставками, определяют по формулам:

$$\Delta_{н.д.} = \frac{P_H - P_{у.н.}}{P_{НОМ}} \cdot 100 \quad (11)$$

$$\Delta_{в.д.} = \frac{P_B - P_{у.в.}}{P_{НОМ}} \cdot 100 \quad (12)$$

Погрешности  $\Delta_{н.т.}$  и  $\Delta_{в.т.}$  формирования логических сигналов при отклонении измеряемой температуры от нижнего и верхнего значений, заданных уставками, определяют по формулам:

$$\Delta_{н.т.} = \frac{\theta_H - \theta_{у.н.}}{\theta_{НОМ}} \cdot 100 \quad (13)$$

$$\Delta_{в.т.} = \frac{\theta_B - \theta_{у.в.}}{\theta_{НОМ}} \cdot 100 \quad (14)$$

Датчик, у которого после поверки погрешность формирования логических сигналов отклонений измеряемых давления и температуры от значений, заданных уставками, не превышает допустимое значение  $\pm 1,0\%$ , считают пригодным к эксплуатации.

## 10. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Критериями принятия поверителем по подтверждению соответствия Датчиков давления и температуры ФОН метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются: выполнение всех операций, перечисленных в разделе 2 «Перечень операций поверки» и соответствие действительных значений метрологических характеристик датчиков давления и температуры ФОН требованиям, указанным в пунктах раздела 9 «Определение метрологических характеристик средства измерений» данной методики поверки.

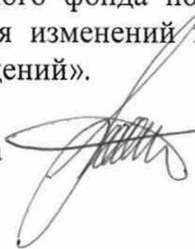
## 11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки, измерений и вычислений вносят в протокол поверки произвольной формы.

При положительных результатах поверки датчики давления и температуры ФОН признают пригодными к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 или в соответствии с порядком, действующим на момент проведения поверки или действующими на момент проведения поверки нормативными правовыми актами в области обеспечения единства измерений. При отрицательных результатах поверки датчики давления и температуры ФОН признают непригодными к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и оформляют результаты в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 или действующими на момент проведения поверки нормативными правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

Сведения о результатах и объеме проведенной поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений».

Ведущий инженер технического отдела



Москаленко О.Ю