

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И  
ИСПЫТАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН»  
(ФБУ «ЦСМ Татарстан»)**

**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель директора



Д. А. Алкин

2024 г.

**Преобразователь давления измерительный**

**ULVAC CSMT-10D**

**Методика поверки**

**МП.000528**

## Содержание

Общие положения .....	3
1 Перечень операций поверки средства измерений.....	3
2 Требования к условиям проведения поверки .....	4
3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки .....	5
6 Внешний осмотр средства измерений.....	5
7 Подготовка к поверке, опробование и проверка на герметичность.....	6
7.1 Подготовительные работы и проверка на герметичность.....	6
7.2 Контроль условий поверки.....	6
7.3 Опробование средства измерений .....	6
8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям.....	7
8.1 Определение приведенной погрешности преобразований абсолютного давления .....	7
9. Оформление результатов поверки.....	9

## Общие положения

Настоящая методика распространяется на преобразователь давления измерительный ULVAC CCMT-10D (далее - преобразователь) предназначенный для преобразования значений измеряемого абсолютного давления в жидкостях и газах в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного напряжения.

Методика поверки устанавливает объем, условия первичной и периодических поверок, методы и средства определения метрологических характеристик преобразователя, а также порядок оформления результатов поверки.

Первичная поверка преобразователя проводится до ввода в эксплуатацию или после ремонта, периодическая поверка проводится в процессе эксплуатации с установленным интервалом между поверками. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования установленные при утверждении типа данного преобразователя.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость:

- в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 декабря 2019 г. № 2900 «Об утверждении типа государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне  $1 \cdot 10^{-1}$  -  $1 \cdot 10^7$  Па», подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 101-2011;

- в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. №2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 23-2010.

### 1 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки преобразователя выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность проведения операции при		Номер раздела (пункта) МП, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Контроль условий поверки	Да	Да	7, 7.2
Подготовка к поверке, опробование и проверка на герметичность	Да	Да	7, 7.1, 7.3
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям: - определение приведенной погрешности преобразований абсолютного давления.	Да	Да	8 8.1
Оформление результатов поверки	Да	Да	9

## 2 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха ( $25 \pm 2$ ) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре +35 °С от 10 до 90 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

## 3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки и аккредитованные на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ.

## 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки преобразователей применяют средства измерений и вспомогательные устройства, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 - Средства измерений

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.п. 6,7,8	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 35 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 до 90 % с погрешностью не более 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Прибор комбинированный Testo 608-N1, Testo 608-N2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 53505-13)
п.п. 7,8	Эталон единицы давления для области абсолютного давления не ниже 1 разряда согласно приказу № 2900, в диапазоне ( $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-2}$ ) Па в диапазоне (0,05 – 7000) кПа  Эталон единицы давления для области абсолютного давления не ниже 2 разряда согласно ГОСТ 8.107-81	Барометр образцовый переносной БОП-1М (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 26469-04) Калибратор многофункциональный DPI-615 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 16347-09)  Установка вакууметрическая эталонная 2-го разряда УВЭ-3 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 67535-17)

п.п. 7,8	Эталон единицы давления не ниже 3-го разряда согласно приказу № 2653 в диапазоне ((-100)-350) кПа в диапазоне ((-200)-2000) кПа	Калибратор многофункциональный DPI-800 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 36112-07) Калибратор многофункциональный DPI-615 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 16347-03)
п.п. 7,8	Рабочий эталон 3 разряда согласно государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, в диапазоне (0 – 10) В	Калибратор многофункциональный DPI-620 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 60401-15)
п.п. 7,8	Средство измерения для питания преобразователя от постоянного тока в диапазоне (18-60) В, в диапазоне (0-6) А	Источник питания постоянного тока импульсный АКПП-1102 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 37469-08)
Примечание - Допускается применение других основных и вспомогательных средств поверки с метрологическими характеристиками, обеспечивающими требуемые точности измерений.		

## 5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок» (утвержденные приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 г. № 903н).

5.2 Во избежание несчастного случая и для упреждения повреждения преобразователей необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- присоединения преобразователей и оборудования следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- запрещается работать с преобразователями в условиях температуры и влажности, выходящих за допустимые значения, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с преобразователями в случае обнаружения их повреждения.

5.3 Эталонные средства измерений, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

## 6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие преобразователей следующим требованиям:

- преобразователь должен иметь паспорт с указанием предела измерения, предельных значений выходного сигнала, требуемого предела допускаемой основной приведенной погрешности и номера, присвоенного предприятием-изготовителем;
- на преобразователе должна быть табличка с маркировкой, соответствующей технической документации предприятия-поставщика;
- должна быть обеспечена возможность снятия крышки, закрывающей устройство регулировки нуля, клеммы контроля и колодку внешних соединений;
- резьбы на присоединительных элементах не должны иметь сорванных ниток;
- при проведении внешнего осмотра должно быть установлено отсутствие механических повреждений и дефектов, ухудшающих внешний вид преобразователя и препятствующих его дальнейшему применению.

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются все вышеуказанные требования.

## **7 Подготовка к поверке, опробование и проверка на герметичность.**

### **7.1 Подготовительные работы и проверка на герметичность.**

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

Преобразователи должны быть выдержаны при температуре, указанной в п. 2, не менее 3 часов, если время выдержки не указано в руководстве по эксплуатации;

Выдержка преобразователей перед началом испытаний после включения питания должна быть не менее 0,5 ч.

Преобразователи должны быть установлены в рабочее положение с соблюдением указаний руководства по эксплуатации;

Система, состоящая из соединительных линий, образцовых СИ и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемого параметра должна быть проверена на герметичность.

Проверка герметичности системы для поверки преобразователя давления проводится при значениях давления, равных верхнему пределу измерений поверяемого преобразователя.

При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей, на место поверяемого преобразователя устанавливают преобразователь, герметичность которого проверена.

Создают давление, соответствующее верхнему пределу измерений поверяемого преобразователя, и отключают источник давления. Если в качестве образцового СИ применяют грузопоршневой манометр, его колонку и пресс также отключают.

Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным верхнему пределу измерений, в течение последующих 2-х минут в ней не наблюдается падение давления.

### **7.2 Контроль условий поверки**

Перед проведением поверки следует проверить соответствие условий поверки требованиям, изложенным в п. 2 настоящей Методики.

### **7.3 Опробование средства измерений**

При опробовании проверяют работоспособность, функционирование корректора нуля, герметичность преобразователя в соответствии с технической документацией на поверяемый преобразователь.

Работоспособность преобразователя проверяют, изменяя измеряемое давление от нижнего предельного значения до верхнего. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала.

Функционирование корректора нуля проверяют, задав одно (любое) значение измеряемого давления. Манипулируя кнопками корректора нуля, наблюдают за изменением выходного сигнала.

## 8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям.

### 8.1 Определение приведенной погрешности преобразований абсолютного давления.

Определение приведенной погрешности преобразований абсолютного давления определяют следующим способом:

- по эталонному средству измерений на входе преобразователя устанавливают измеряемый параметр, равный номинальному, а по другому эталонному СИ измеряют значение выходного сигнала.

Устанавливают следующие параметры поверки:

$m$  – число поверяемых точек в диапазоне изменений,  $m \geq 5$ ;

$n$  - число наблюдений при экспериментальном определении значений погрешности в каждой из проверяемых точек при прямом и обратном ходах,  $n = 1$ ;

Расчетное значение выходного сигнала поверяемого преобразователя в В для заданного номинального значения измеряемого параметра в Па или кПа определяют по формулам:

$$I_p = \frac{P}{P_{\max}} (U_{\max} - U_0) + U_0 \quad (1),$$

где:  $P_{\max}$  - верхний предел измерений для преобразователей измерения давления, перепада давлений, Па, кПа;

$P$  – заданное номинальное значение измеряемого параметра, Па, кПа;

$U_{\max}, U_0$  - максимальное и минимальное значения выходного сигнала, В.

Для определения погрешностей преобразователя производится 1 измерение действительного значения измеряемой величины в пяти точках диапазона измерения, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям выходного сигнала. Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 30 % диапазона измерений. Погрешность измерения определяется для каждой из пяти точек диапазона измеряемой величины. Результаты измерений заносятся в таблицу.

Контрольные точки измеряемой величины, кПа	Результат измерения выходного сигнала, В	Приведенная погрешность измерения, %
0		
0,25 $P_{\max}$		
0,5 $P_{\max}$		
0,75 $P_{\max}$		
$P_{\max}$		

Определение основной погрешности преобразователя абсолютного давления с верхними пределами измерений проводят с использованием эталонных СИ разрежения и избыточного давления.

В этом случае поверку преобразователя выполняют при подаче избыточного давления и разрежения, расчетные значения которых определяют с учетом действительного значения атмосферного давления в помещении, где проводят поверку.

Расчетные значения выходного сигнала определяют по формулам:

$$U_p = U_0 + (U_m - U_0) \frac{P_6 + P_{(\pm)}}{P_{m(a)}} \quad (2),$$

где:  $U_p$ ,  $U_0$ ,  $U_m$  – расчетное, нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала;

$P_6$  - атмосферное давление в помещении, где проводят поверку, Па;

$P_{m(a)}$  - верхний предел измерений преобразователя абсолютного давления, Па;

$P_{(+)}$  - избыточное давление, подаваемое на преобразователь, Па;

$P_{(-)}$  – разрежение, создаваемое в преобразователе; значение разрежения в Па подставляют в формулу (3) со знаком минус.

Расчетные значения избыточного давления и разрежения вычисляют по формулам:

$$P_{(+)} = P_a - P_6 \quad (3),$$

$$P_{(-)} = P_6 - P_a \quad (4),$$

где:  $P_a$  – номинальное значение абсолютного давления, Па.

Вблизи нуля абсолютного давления преобразователь поверяют, создавая на его входе разрежение

$$P_{m(-)} = (0,90 \dots 0,95) P_6 \quad (5),$$

при котором расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле:

$$U_p = U_0 + (U_m - U_0) \frac{P_6 + P_{(-)}}{P_{m(a)}} \quad (6).$$

Расчетные значения выходного сигнала при атмосферном давлении на входе преобразователя определяют по формуле:

$$U_p = U_0 + (U_m - U_0) \frac{P_6}{P_{m(a)}} \quad (7).$$

Максимальное значение избыточного давления  $P_{(m+)}$ , при котором расчетное значение выходного сигнала  $U_p = U_m$ , определяют по формуле:

$$P_{(m+)} = P_{m(a)} - P_6 \quad (8).$$

Перед поверкой корректором «нуля» преобразователя устанавливают выходной сигнал на расчетное значение, соответствующее разрежению  $P_{(-)}$  в указанных пределах (5). Расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле (7). Допускается устанавливать выходной сигнал на расчетное значение, определяемое по формуле (8) при атмосферном давлении.

Результат поверки считается положительным, если значение основной погрешности преобразования сигналов термопар не превышает  $\pm 0,2\%$ .

Определение вариации.



Вариацию выходного сигнала определяют при каждом поверяемом значении измеряемой величины, кроме значений, соответствующих нижнему и верхнему пределам измерений, по данным полученным экспериментально при определении основной погрешности.

Вариацию выходного сигнала  $\gamma_r$  в % нормирующего значения вычисляют по формуле:

$$\gamma_r = \frac{|U - U^*|}{U_m - U_0} \times 100 \quad (9),$$

где:  $U$ ,  $U^*$  значения выходного сигнала постоянного тока, полученные экспериментально при одном и том же номинальном значении входной измеряемой величины при прямом и обратном ходе соответственно, В.

Значения вариации не должны превышать значения основной приведенной погрешности преобразователя.

### **9. Оформление результатов поверки**

9.1 Результаты поверки оформляются в соответствии с Приказом Минпромторга № 2510 от 31.07.2020 г.

9.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга № 2906 от 28.08.2020 г.

9.3 При положительных результатах поверки, по заявлению владельца средства измерений или лица, предъявившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки. Конструкция преобразователя не предусматривает возможность пломбировки, а также нанесения на нее знака поверки.

9.4 При отрицательных результатах поверки, средство измерений признают не пригодным к применению, и, по заявлению владельца средства измерений или лица, предъявившего его на поверку, выписывается извещение о непригодности с указанием причин.

9.5 Результаты поверки предусматривают оформление поверителем протоколов для положительных результатов поверки, когда средство измерений подтверждает соответствие метрологическим требованиям, и для отрицательных результатов поверки, когда средство измерений по результатам поверки не подтверждает их.

9.6 В случае, если по заявлению владельца средства измерений была проведена поверка меньшего числа величин и/или на меньшем числе поддиапазонов преобразований, в протоколах отображается объем проведенной поверки. Оформление результатов поверки проводится по п.п. 9.1-9.5.