

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И.Менделеева»

А.Н. Пронин

«23» августа 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи давления измерительные КМ35

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 231-0133-2024

Руководитель сектора
перспективных разработок и
испытаний в области давления

А.А. Пименова

Инженер 1 категории сектора
перспективных разработок и
испытаний в области давления

А.И. Анцукова

г. Санкт-Петербург
2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи давления измерительные КМ35 (далее по тексту – преобразователи), изготавливаемые обществом с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «ГКС» (ООО НПП «ГКС»), и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А.

1.3 Методикой поверки предусмотрена возможность проведения поверки в сокращенном объеме.

1.4 Методика поверки должна обеспечивать прослеживаемость преобразователей:

- к Государственному первичному эталону единицы давления-паскаля (ГЭТ 23-2010) и к Государственному первичному эталону единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см² (ГЭТ 43-2022) в соответствии с государственной поверочной схемой «Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», утвержденной Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653;

- к Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} \div 7 \cdot 10^5$ Па (ГЭТ 101-2011) в соответствии с государственной поверочной схемой «Государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} \div 1 \cdot 10^7$ Па», утвержденной Приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900;

- к Государственному первичному специальному эталону единицы давления для разности давлений (ГЭТ 95-2020) в соответствии с государственной поверочной схемой «Государственная поверочная схема для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па», утвержденной Приказом Росстандарта от 31.08.2021 № 1904;

- к ГЭТ 23-2010, ГЭТ 43-2022, ГЭТ 95-2020 и ГЭТ 101-2011 в соответствии со структурными схемами прослеживаемости, приведенными в приложениях Б и В.

1.5 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки - непосредственное сличение эталона с преобразователем.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование операций	Обязательность проведения при поверке		Номер раздела (п/п) МП
	первой проверке	периодической проверке	
Внешний осмотр СИ	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование СИ	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения СИ	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик	Да	Да	10
Подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 Если при проведении одной из операций поверки получен отрицательный результат, проведение дальнейшей поверки прекращается.

2.3 Допускается проведение поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений (диапазонов перенастройки) в соответствии с заявлением владельца преобразователя с обязательным указанием информации об объёме проведённой поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 "Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке" или в соответствии с порядком, действующим на момент проведения поверки.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении операций поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 °C до +25 °C;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- относительная влажность воздуха от 20 % до 80 %.

3.2 Рабочая среда – жидкые и газообразные среды.

3.3 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.

3.4 При поверке преобразователей разности давлений с приемными камерами для подвода большего давления («плюсовая» камера) и меньшего давления («минусовая» камера) значение разности давлений устанавливают, подавая соответствующее значение избыточного давления в «плюсовую» камеру преобразователя, при этом «минусовая» камера сообщается с атмосферой.

3.5 При поверке преобразователей разности давлений с малыми пределами измерений для уменьшения влияния на результаты поверки не устранивших колебаний давления окружающего воздуха «минусовая» камера преобразователя может соединяться с камерой эталонного СИ, сообщающейся с атмосферой, если это предусмотрено в конструкции СИ. При поверке преобразователей разности давлений в «минусовой» камере может поддерживаться постоянное опорное давление, создаваемое эталонным СИ с дополнительным блоком опорного давления.

3.6 При поверке преобразователей давления-разрежения значение измеряемой величины допускается устанавливать, подавая с противоположной стороны чувствительного элемента преобразователя соответствующее значение избыточного давления, если это предусмотрено конструкцией преобразователя.

3.7 При поверке преобразователей избыточного давления допускается принимать нижний предел измерений равный атмосферному давлению.

3.8 Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

$P_{\text{зам}}$ - наибольшая вероятность, при которой любой дефектный экземпляр преобразователя может быть ошибочно признан годным;

$(\delta_m)_{\text{ва}}$ - отношение возможного наибольшего модуля основной погрешности экземпляра преобразователя, который может быть ошибочно признан годным, к пределу допускаемой основной погрешности.

Допускаемые значения критериев достоверности поверки: $P_{\text{зам}} = 0,20$ и $(\delta_m)_{\text{ва max}} = 1,25$.

3.9 Устанавливают следующие параметры поверки:

m – число поверяемых точек в диапазоне измерений, $m \geq 5$; в основных случаях и при отсутствии эталона с необходимой дискретностью воспроизведения измеряемой величины, допускается уменьшать число поверяемых точек до 4 или 3;

n – число наблюдений при экспериментальном определении значений погрешности в каждой из поверяемых точек при изменениях входной измеряемой величины от меньших значений к большим (прямой ход) и от больших значений к меньшим (обратный ход), $n = 1$. В обоснованных случаях и в соответствии с технической документацией на преобразователь допускается увеличивать число наблюдений в поверяемых точках до 3 или 5, принимая при этом среднеарифметическое значение результатов наблюдений за достоверное значение в данной точке;

γ_k – абсолютное значение отношения контрольного допуска к пределу допускаемой основной погрешности;

a_p – отношение предела допускаемой погрешности эталонных СИ, применяемых при поверке, к пределу допускаемой основной погрешности поверяемого преобразователя.

Значения γ_k и a_p выбирают по таблице 3.1 в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

3.10 Выбор эталонов для определения основной погрешности поверяемых преобразователей осуществляют, исходя из технических возможностей и технико-экономических предпосылок с учетом критериев достоверности поверки (п.3.9) и в соответствии с таблицей 3.1

Таблица 3.1 – Параметры и критерии достоверности поверки

a_p	0,2	0,25	0,33	0,4	0,5
γ_k	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70
$P_{\text{вам}}$	0,20	0,20	0,20	0,10	0,05
$(\delta_m)_{\text{ва}}$	1,14	1,18	1,24	1,22	1,20

Примечание – Таблица составлена в соответствии с п.5.3.3 критериев достоверности поверки, согласно МИ 187-86 «ГСИ. Критерии достоверности параметры методик поверки» и МИ 188-86 «ГСИ. Установление значение параметров методик поверки».

3.11 При выборе эталонов для определения погрешности поверяемого преобразователя (в каждой поверяемой точке) соблюдают следующие условия:

1) При поверке преобразователей с выходным аналоговым сигналом постоянного тока, значения которого контролируют непосредственно в мА:

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_e} + \frac{\Delta_i}{I_e - I_0} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (1)$$

где Δ_p – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного СИ, контролирующего входную величину (давление), кПа, МПа;

P_e – верхний предел измерений поверяемого преобразователя, кПа, МПа;

Δ_i – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного СИ, контролирующего электрический выходной сигнал преобразователя, мА;

I_0, I_e – соответственно нижнее и верхнее предельное значение выходного сигнала преобразователя, мА;

γ – предел допускаемой основной приведенной погрешности поверяемого преобразователя, % диапазона измерений.

Основная погрешность преобразователя, выраженная в процентах от диапазона измерений, численно равна основной погрешности, выраженной в процентах от диапазона изменения выходного сигнала преобразователя с линейной функцией преобразования измеряемой величины.

2) При поверке преобразователей с выходным цифровым сигналом:

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_s} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (2)$$

3) При поверке преобразователей с выходным аналоговым сигналом постоянного тока, значение которого контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении в мВ или В:

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_s} + \frac{\Delta_u}{U_s - U_0} + \frac{\Delta_R}{R_{\text{эт}}} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (3)$$

Δ_u – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного СИ, контролирующего выходной сигнал преобразователя по падению напряжения на эталонном сопротивлении, мВ или В;
 Δ_R – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного сопротивления, Ом;
 $R_{\text{эт}}$ – значение эталонного сопротивления, Ом;
 U_s, U_0 – соответственно верхнее и нижнее предельные значения напряжений (мВ или В) на эталонном сопротивлении, определяемые по формулам:

$$U_s = I_s \cdot R_{\text{эт}}, \quad (4)$$

$$U_0 = I_0 \cdot R_{\text{эт}}. \quad (5)$$

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, ознакомленные с эксплуатационной документацией поверяемых преобразователей и средств измерений, применяемых в качестве эталонов.

4.2 К поверке допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасности труда и ознакомленные с эксплуатационной документацией на эталон и поверяемое средство измерений.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуются к применению средства поверки (эталоны единиц величин, средства измерений, вспомогательные технические средства), указанные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень средств поверки, рекомендуемых к применению при проведении поверки

Номер раздела МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8.1	Диапазон измерений температуры от плюс 15 °С до плюс 25 °С, абсолютная погрешность не более ± 1 °С. Диапазон измерений относительной влажности воздуха от 20 % до 80 %, абсолютная погрешность не более ± 2 %. Диапазон измерений атмосферного давления от 84,0 до 106,7 кПа, абсолютная погрешность не более $\pm 0,5$ кПа.	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11).

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3
10.1	<p>Рабочие эталоны 1, 2, 3 и 4 разрядов избыточного давления по государственной поверочной схеме¹⁾. Рабочие эталоны 1, 2, 3 разряда абсолютного давления по государственной поверочной схеме²⁾. Рабочие эталоны 1, 2, 3 разряда разности давлений по государственной поверочной схеме³⁾.</p> <p>Диапазон измерений избыточного, и (или) абсолютного давления и (или) разности давлений от минус 0,1 до 70 МПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности не более $\pm(0,01..0,5)\%$.⁴⁾</p> <p>Диапазон измерений постоянного тока от 4 до 20 мА.</p>	<p>Манометры грузопоршневые МП (рег. № 58794-14, 52189-16). Манометры грузопоршневые МПА (рег. № 77114-19). Барометры образцовые переносные БОП-1М (рег. № 26469-17). Калибраторы многофункциональные и коммуникаторы ВЕАМЕХ МС6 (-R) (рег. № 52489-13). Калибраторы давления портативные Метран 501-ПКД-Р (рег. № 22307-09). Калибраторы давления портативные Метран 502-ПКД-10П (рег. № 26014-08). Задатчики давления Воздух-1600, Воздух-4000 (рег. № 12143-04). Калибраторы давления пневматические Метран-504 Воздух (рег. № 31057-09). Калибраторы давления пневматические Метран-505 Воздух (рег. № 42701-09). Калибраторы давления пневматические ЭЛМЕТРО-Паскаль-05 (рег. № 75915-19). Вольтметры универсальные В7-78/1 (рег. № 69742-17). Меры электрического сопротивления однозначные МС3050М (рег. № 46843-11).</p>

¹⁾«Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», утвержденная Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653.

²⁾«Государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па», утвержденная Приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900.

³⁾«Государственная поверочная схема для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па», утвержденная Приказом Росстандарта от 31.08.2021 № 1904.

⁴⁾Выбор средств поверки для определения основной погрешности преобразователей осуществляют с учетом критериев достоверности поверки в соответствии с п. 3.9 и п. 3.10.

5.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены. Этalonы, применяемые при поверке, должны быть аттестованы. Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

5.3 Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к государственным первичным эталонам единиц величин.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на преобразователи и средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре преобразователя устанавливают:

- соответствие его внешнего вида технической документации и отсутствие видимых дефектов;
- наличие клеммных колодок и (или) разъемов для внешних соединений, клемм контроля выходного сигнала и др.;
- наличие на корпусе преобразователя таблички с маркировкой, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему;
- наличие эксплуатационной документации.

7.2 Преобразователь считается выдержавшим внешний осмотр, если выполняются требования, перечисленные выше.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Проверка условий окружающей среды.

8.1.1 При проверке условий окружающей среды проводят контроль выполнения условий поверки в соответствии с п. 3.1 настоящей методики.

8.2 Подготовительные работы.

8.2.1 Перед проведением поверки преобразователей выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают преобразователь не менее трех часов при температуре, указанной в п. 3.1;
- выдерживают преобразователь не менее тридцати минут при включённом питании;
- устанавливают преобразователь в рабочее положение с соблюдением указаний руководства по эксплуатации;
- проверяют на герметичность в соответствии с п. 8.3 систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины.

8.3 Проверка герметичности системы.

8.3.1 Проверку герметичности системы проводят при давлении, равном верхнему пределу измерений преобразователя.

В систему подают давление, равное верхнему пределу измерений преобразователи и выдерживают под этим давлением в течение двух минут. Затем систему отключают от устройства, создающего давление. Измерительную систему считают герметичной, если в течение двух минут не наблюдается падения давления.

8.4 Опробование.

8.4.1 При опробовании проводят проверку общего функционирования преобразователя.

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

8.4.3 Проверку герметичности преобразователя проводят по методике аналогичной методике (п. 8.3) со следующими особенностями:

- изменение давления или разрежения определяют по изменению выходного сигнала поверяемого преобразователя, включенного в систему;

- в случае обнаружения негерметичности системы с поверяемым преобразователем следует отдельно проверить систему и преобразователь;
- проверку герметичности преобразователей разности давлений при поверке не проводят.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения состоит из определения номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения преобразователя.

9.2 Номер версии ПО и идентификационное наименование выводится на дисплей преобразователя при включении и (или) на дисплей компьютера.

9.3 Подтверждение можно считать успешным, если номер версии программного обеспечения поверяемого преобразователя совпадает с номером версии, указанным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение основной погрешности.

10.1.1 Основную погрешность определяют с помощью эталона, устанавливая на входе преобразователя номинальные значения давления и измеряя соответствующие значения выходного сигнала постоянного тока. Допускается измерение токового выходного сигнала по падению напряжения на эталонном сопротивлении.

При поверке преобразователя по его цифровому сигналу к выходу подключают приемное устройство, поддерживающее соответствующий цифровой коммуникационный протокол для считывания информации при установленных номинальных значениях входной измеряемой величины.

10.1.2 При проведении первичной поверки определение основной погрешности преобразователей проводится на максимальном и минимальном диапазоне измерений, при этом при перенастройке диапазона измерений в процессе эксплуатации поверка не проводится.

При проведении периодической поверки в полном объеме определение основной погрешности преобразователей проводится на максимальном и минимальном диапазоне измерений, при этом при перенастройке диапазона измерений в процессе эксплуатации поверка не проводится.

При проведении периодической поверки в сокращенном объеме определение основной погрешности преобразователей допускается проводить на любом из используемых диапазонов перенастройки, при этом перенастройка диапазона измерений в процессе эксплуатации в пределах между минимальным и максимальным из используемых не допускается, при перенастройке диапазона необходимо проведение поверки.

10.1.3 Расчетные значения выходного сигнала постоянного тока (I) поверяемых преобразователей в зависимости от заданного номинального значения входной измеряемой величины (P) определяют по формуле:

$$I_p = I_0 + \frac{(I_e - I_0)}{P_e - P_n} (P - P_n), \quad (6)$$

где I_p – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока (мА);

P – номинальное значение входной измеряемой величины, для преобразователей, калиброванных в диапазоне от избыточного давления до разряжения, значение давления P в области разряжения подставляется в формулу (6) со знаком минус;

P_n – нижний предел измерений, для преобразователей, калиброванных в диапазоне от избыточного давления до разряжения, значение P_n в области разряжения подставляется в формулу (6) со знаком минус;

P_δ – верхний предел измерений поверяемого преобразователя, МПа;

I_0, I_δ – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала преобразователя.

Для преобразователей с выходным сигналом постоянного тока и функцией преобразования входной измеряемой величины по закону квадратного корня расчетные значения выходного сигнала постоянного тока определяются по формуле:

$$I_p = I_0 + (I_\delta - I_0) \sqrt{\frac{P}{P_\delta}}. \quad (7)$$

10.1.4 Основную приведенную погрешность измерений давления определяют не менее чем при пяти значениях давления, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая верхнее и нижнее предельное значение давления.

В ходе работы давление плавно повышают (прямой ход) и проводят измерения при заданных значениях. При достижении верхнего предела измерений преобразователь выдерживают при этом давлении в течение одной минуты, после чего давление плавно понижают (обратный ход) и проводят считывание показаний при тех же значениях давления.

10.1.5 Определение основной приведенной погрешности преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений выше 10 МПа проводят с использованием эталонов избыточного давления (пример структуры локальной поверочной схемы приведен в приложении Б).

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 преобразователя определяют по формуле:

$$I_p = I_0 + (I_\delta - I_0) \frac{P_\delta - P_{(\pm)}}{P_{s(\alpha)}}, \quad (8)$$

где I_p, I_0, I_δ – то же что и в формуле (6);

P_δ – атмосферное давление в помещении, где проводят поверку, МПа;

$P_{s(\alpha)}$ – верхний предел измерений преобразователя абсолютного давления, МПа;

$P_{(+)}$ – избыточное давление, подаваемое в преобразователь, МПа;

$P_{(-)}$ – разрежение, создаваемое в преобразователе, значение разрежения в МПа.

Расчетные значения избыточного давления и разряжения вычисляются по формулам:

$$P_{(+)} = P_{(a)} - P_{(\delta)}, \quad (9)$$

$$P_{(-)} = P_{(\delta)} - P_{(a)}, \quad (10)$$

где $P_{(a)}$ – номинальное значение абсолютного давления, МПа.

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

$$P_{s(-)} = (0,90 \dots 0,95) P_{(\delta)}, \quad (11)$$

при котором расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле:

$$I_p = I_0 + (I_\delta - I_0) \frac{P_\delta - P_{s(-)}}{P_{s(\alpha)}}. \quad (12)$$

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

$$I_p = I_0 + (I_\delta - I_0) \frac{P_\delta}{P_{s(\alpha)}}. \quad (13)$$

Максимальное значение избыточного давления $P_{s(+)}$, при котором расчетное значение

выходного сигнала $I_p=I_b$, определяют по формуле:

$$P_{s(+)} = P_{s(\alpha)} - P_{(b)}. \quad (14)$$

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Обработка результатов измерений

11.1.1 Основную приведенную погрешность измерений давления γ вычисляют по формуле:

$$\gamma = \frac{I - I_p}{I_b - I_0} \cdot 100\%, \quad (15)$$

где I – значение выходного сигнала постоянного тока, полученное экспериментально при номинальном значении измеряемой величины, мА,

а при поверке преобразователей с цифровым выходным сигналом по формуле:

$$\gamma = \frac{P_{нов} - P_{эт}}{X_n} \cdot 100\%, \quad (16)$$

где $P_{нов}$ – показания поверяемого преобразователя;

$P_{эт}$ – действительное значение давления, определенное по эталонному СИ;

X_n – нормирующее значение давления, равное ВПИ преобразователя (для СИ с нулевой шкалой) или диапазону измерений.

$P_{исп}$, $P_{эт}$ и P_b должны быть выражены в одиних и тех же единицах измерения давления.

11.2 Критерии соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

11.2.1 Критерием соответствия средства измерений метрологическим требованиям является соответствие требованиям разделов 8, 9, 10 и положительном результате проверки п. 11.1 настоящей методики. При соблюдении всех требований результат поверки считаются положительным, преобразователь допускается к применению для измерений давления.

11.2.2 Если значения контролируемых характеристик преобразователя превышают предельные значения, приведенные в приложении А, то результаты считаются отрицательными.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

12.2 При положительных результатах поверки, в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений, оформляется свидетельство о поверке.

12.3 При отрицательных результатах поверки, в соответствии с заявлением владельца или лица, представившего средство измерений, выдают извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.4 Результаты измерений заносят в протокол произвольной формы, установленной в организации, производящей поверку.

12.5 В сведениях о результатах поверки приводят данные об объеме проведенной поверки при проведении поверки в сокращенном объеме на перенастроенном диапазоне измерений.

Приложение А

Таблица А.1 - Метрологические характеристики преобразователей давления измерительных КМ35, модификации КМ35-М (исполнений 030; 031; 040; 041), КМ35-И и КМ35-АИ

Модификация	Диапазон измерений ⁽¹⁾ , МПа	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности в зависимости от ВПИ и коэффициента перенастройки (К), % ДИ		
		ВПИ 25 кПа	ВПИ 100 кПа, 400 кПа, 1,6 МПа, 6,3 МПа, 16 МПа	ВПИ 40 МПа, 70 МПа
КМ35-И	от -0,1 до 70			
КМ35-АИ	от -0,1 до 6,3 от 0 до 3	±0,065 ⁽²⁾ ±(0,008·К+0,055) ⁽³⁾	±0,04 ⁽⁴⁾ ±(0,004·К+0,045) ⁽⁵⁾	±0,075 ⁽⁴⁾ ±(0,005·К+0,05) ⁽⁵⁾
КМ35-М ⁽⁶⁾	от -0,1 до 70			

⁽¹⁾Диапазон измерений (ДИ) избыточного давления и избыточного давления-разрежения.
⁽²⁾При $K \leq 1,25$, ⁽³⁾при $1,25 < K \leq 30$, ⁽⁴⁾при $K \leq 5$, ⁽⁵⁾при $5 < K \leq 100$.
⁽⁶⁾Преобразователи модификации КМ35-М исполнений 030, 031, 040, 041.

Таблица А.2 - Метрологические характеристики преобразователей давления измерительных КМ35, модификаций КМ35-М (исполнений 032, 033, 042, 043) и КМ35-А

Модификация	Диапазон измерений ⁽¹⁾ , МПа	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности в зависимости от коэффициента перенастройки (К), % ДИ	
		при $K \leq 10$	при $10 < K \leq 30$
КМ35-А, КМ35-М ⁽²⁾	от 0 до 70	±0,1	±0,2

⁽¹⁾Диапазон измерений абсолютного давления.
⁽²⁾Преобразователи модификации КМ35-М исполнений 032, 033, 042, 043.

Таблица А.3 - Метрологические характеристики преобразователей давления измерительных КМ35, модификаций КМ35-М (исполнений 034, 035, 036, 044, 045, 046) и КМ35-Д

Модификация	Верхние пределы измерений ⁽¹⁾ , МПа	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности в зависимости от ВПИ и коэффициента перенастройки (К), % ДИ		
		ВПИ 2 кПа	ВПИ 6 кПа	ВПИ 25 кПа, 60 кПа, 160 кПа, 500 кПа, 3 МПа, 16 МПа
КМ35-Д, КМ35-М ⁽⁴⁾	от 0,002 до 16	при $K \leq 5$ ±0,075 ⁽²⁾ ±0,15 ⁽³⁾ при $5 < K \leq 20$ ±(0,005·К+0,05) ⁽²⁾ ±(0,01·К+0,1) ⁽³⁾	при $K \leq 5$ ±0,075 ⁽²⁾ ±0,15 ⁽³⁾ при $5 < K \leq 60$ ±(0,005·К+0,05) ⁽²⁾ ±(0,01·К+0,1) ⁽³⁾	при $K \leq 5$ ±0,04 ⁽²⁾ ±0,08 ⁽³⁾ при $5 < K \leq 100$ ±(0,004·К+0,045) ⁽²⁾ ±(0,008·К+0,09) ⁽³⁾

⁽¹⁾Верхние пределы измерений (ВПИ) разности давлений (дифференциального давления) и гидростатического давления. В качестве ДИ применяется нормирующее значение $P_{ДИ}$ из ряда значений от 0,002 до 32 МПа, определяемое по формуле $P_{ДИ} = P_{ВПИ} + |P_{Рид}|$, где $P_{ВПИ}$ – значение ВПИ, а $P_{Рид}$ – значение рабочего избыточного давления из ряда значений от минус 16 до 16 МПа, подаваемое в одну из измерительных камер при измерении разности давлений. Знак «минус» для $P_{Рид}$ определяется тем, в какую из камер преобразователя подается большее давление.

⁽²⁾С линейной характеристикой или с квадратичной характеристикой от 50% до 100% от ДИ.

⁽³⁾С квадратичной характеристикой от 25% до 50% от ДИ.

⁽⁴⁾Преобразователи модификации КМ35-М исполнений 034, 035, 036, 044, 045, 046.

Примечания:

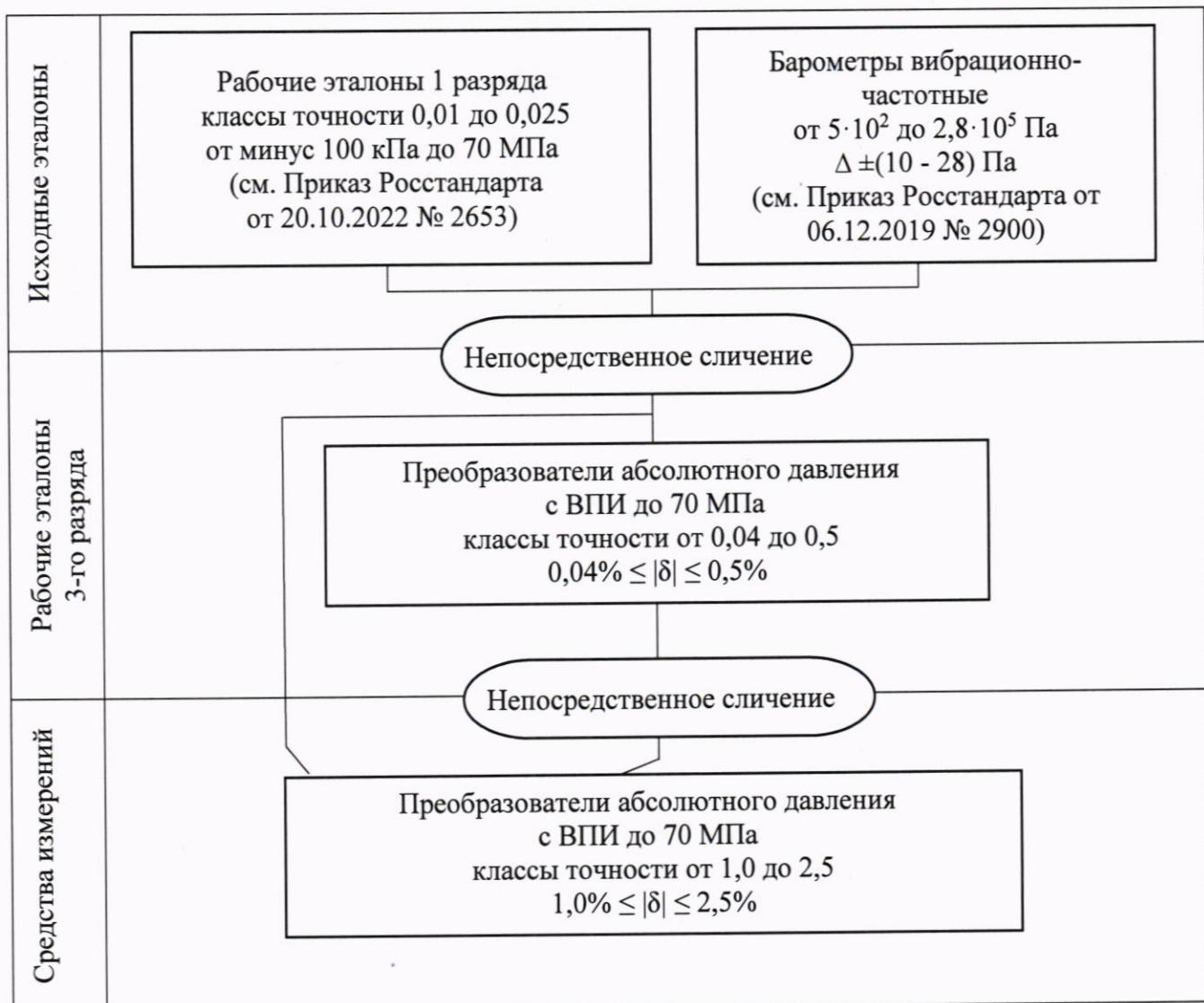
Диапазон измерений (ДИ) указан от нижнего предела измерений до верхнего предела измерений (ВПИ), конкретный ДИ указывается в паспорте преобразователя.

Коэффициент перенастройки (К) - это отношение максимального ВПИ преобразователя к ВПИ настроенному (от 1 до 100).

Значение основной приведенной погрешности указывается в паспорте на преобразователь. По запросу заказчика пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразователей могут быть выбраны из дополнительного ряда (при условии, если значение основной приведенной погрешности не превышает расчетное согласно формуле) в соответствии с дополнительной опцией PG004, PG005, PG0065, PG0075, PG01, PG015, PG02, PG025, PG05, PG10, PG15, PG20 или PG25: $\pm 0,04\%$; $\pm 0,05\%$; $\pm 0,065\%$; $\pm 0,075\%$; $\pm 0,1\%$; $\pm 0,15\%$; $\pm 0,2\%$; $\pm 0,25\%$; $\pm 0,5\%$; $\pm 1,0\%$; $\pm 1,5\%$; $\pm 2,0\%$; $\pm 2,5\%$.

Приложение Б

Структура локальной поверочной схемы
преобразователей давления (абсолютного давления) измерительных КМ35
с ВПИ выше 10 до 70 МПа



Приложение В

Структура локальной поверочной схемы
преобразователей давления (разности давлений) измерительных КМ35
с ВПИ выше 100 кПа до 16 МПа

