

Настоящая инструкция распространяется на датчики гидростатического давления серии СТИ 110 (далее – датчики), серийно изготовленные Обществом с ограниченной ответственностью Торгово-производственное предприятие «Интор» (ООО ТПП «Интор»), г. Новочеркасск в соответствии с ТУ 265152120-005-01829255-2017. Датчики предназначены для непрерывных измерений гидростатического давления и преобразования измеренного значения в выходной сигнал (аналоговый или цифровой).

Инструкция устанавливает методику первичной (до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта) и периодической (в процессе эксплуатации по истечению интервала между поверками) поверок датчиков.

Интервал между поверками – пять лет.

Первичную и периодическую поверку проводят органы Государственной метрологической службы или юридические лица, аккредитованные на право поверки в соответствии с действующим законодательством.

Первичную и периодическую поверку должен проходить каждый экземпляр датчиков. Периодической поверке могут не подвергаться датчики, находящиеся на длительном хранении.

Внеочередной поверке в объеме периодической подвергают датчики в случае утраты документов, подтверждающих прохождение поверки, вводе в эксплуатацию после длительного хранения (более одного интервала между поверками) или неудовлетворительной работе.

1 Операции поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Номер пункта	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	5.1	Да	Да
2 Опробование	5.2	Да	Да
4 Определение основной погрешности	5.3	Да	Да
5 Определение вариации выходного сигнала	5.4	Да	Да
6 Критерии оценки результатов поверки датчиков	5.5	Да	Да

1.2 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки датчик бракуют и его поверку прекращают.

1.3 После устранения недостатков, вызвавших отрицательный результат, датчик вновь предоставляют на поверку.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют основные средства поверки:

- рабочие эталоны 2-го разряда по Приказу № 1339 от 29.06.2018 г. Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа;

- мультиметр цифровой 34465А, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 63317-16.

2.2 Средства поверки должны быть исправны, аттестованы и иметь действующие свидетельства о поверке в соответствии с приказом Минпромторга №1815. Вспомогательные средства измерений должны обеспечивать необходимые режимы поверки и так же иметь действующие свидетельства о поверке или клеймо, удостоверяющее ее проведение.

2.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых датчиков с требуемой точностью.

3 Требования безопасности

При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования и процедуры обеспечения безопасности:

- проведение технических и организационных мероприятий по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0;
- подготовка к работе средств поверки в соответствии с технической документации на эти средства;

Общие требования безопасности при проведении поверки – согласно ГОСТ 12.3.019.

4 Условия поверки и подготовка к ней

4.1. При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +20 до +25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- давление в помещении, где проводят поверку (далее атмосферное давление), в пределах от 84 до 106,7 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст.;
- колебания давления окружающего воздуха, вибрация, тряска, удары, наклоны, магнитные поля (кроме земного) и другие воздействия, влияющие на работу и метрологические характеристики датчика, должны отсутствовать;

4.2 При поверке датчиков допускается принимать нижний предел измерения равный атмосферному давлению.

4.3 Перед проведением поверки датчиков выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают датчик не менее 1 ч при температуре, указанной в п.4.1;
- устанавливают датчик в рабочее положение с соблюдением указаний технической документации;
- проверяют на герметичность систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонных СИ и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины. Проверку герметичности системы, проводят при значениях давления, равных верхнему пределу измерений поверяемого датчика. Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным верхнему пределу измерений, не наблюдают падения давления в течение последующих 2 минут. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра датчика проверяется:

- соответствие его внешнего вида технической документации и отсутствие видимых дефектов;
- соответствие комплектности перечню, указанному в паспорте;

- соответствие серийного номера, указанному в паспорте;
- наличие на корпусе датчика таблички с маркировкой, соответствующей паспорту или документу, его заменяющего.

Результатом внешнего осмотра считают положительным, если комплектность и серийный номер соответствуют указанным в паспорте, маркировка и надписи на корпусе соответствуют эксплуатационной документации, отсутствуют механические повреждения, способные повлиять на работоспособность датчика. При невыполнении этих требований поверка прекращается и датчик бракуется.

5.2 Опробование

5.2.1 При опробовании проверяют работоспособность датчика.

5.2.2 Работоспособность датчика проверяют, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельного значения. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала для датчиков с аналоговым выходным сигналом и индикации на дополнительных выходных устройствах для датчиков с цифровым выходным сигналом.

5.3 Определение основной погрешности

5.3.1 Основную погрешность датчика определяют по одному из способов:

1) По эталону на входе датчика устанавливают номинальные значения входного параметра (давления), а по другому эталону измеряют соответствующее значение выходного параметра (тока или напряжения). При поверке датчика по его цифровому сигналу к выходу подключают приемное устройство, поддерживающее соответствующий цифровой коммуникационный протокол для считывания информации при установленных номинальных значениях входной измеряемой величины;

2) В обоснованных случаях по эталону устанавливают номинальные значения выходного параметра (тока или напряжения) а по другому эталону измеряют соответствующие значения входного параметра (давления).

5.3.2 Схемы включения датчиков для измерения выходного сигнала при проведении поверки приведены в технической документации на датчик.

Эталоны включают в схему поверки в соответствии с их руководством по эксплуатации.

5.3.3 Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

$P_{\text{вам}}$ – наибольшая вероятность, при которой любой дефектный экземпляр датчика может быть ошибочно признан годным;

$(\delta_{\text{м}})_{\text{ва}}$ – отношение возможного наибольшего модуля основной погрешности экземпляра датчика, который может быть ошибочно признан годным, к пределу допускаемой основной погрешности.

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

5.3.4 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 датчик 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;

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

Значения γ_k и α_p выбирают по таблице 2 (п.5.3.5) в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

5.3.5 Выбор эталонов для определения основной погрешности поверяемых датчиков осуществляют, исходя из технических возможностей и технико-экономических предпосылок с учетом критериев достоверности поверки (п.5.4.3) и в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2

Параметры и критерии достоверности поверки

α_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 критериями достоверности поверки, согласно МИ 187-86 «ГСИ. Критерии достоверности параметры методик поверки» и МИ 188-86 «ГСИ. Установление значение параметров методик поверки».

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

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

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

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

P_m – диапазон измерений поверяемого датчика, МПа;

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

I_0, I_m – соответственно нижнее и верхнее предельное значение выходного сигнала датчика, мА;

α_p – то же, что в 5.3.4;

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

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

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

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m} + \frac{\Delta_u}{U_m - U_0} + \frac{\Delta_R}{R_{ЭТ}} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (2)$$

где Δ_p , P_m – то же, что в формуле (1);

Δ_u – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного СИ, контролирующего выходной сигнал датчика по падению напряжения на эталонном сопротивлении, мВ или В;

Δ_R – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного сопротивления, Ом;

$R_{ЭТ}$ – значение эталонного сопротивления, Ом;

U_m , U_0 – соответственно верхнее и нижнее предельные значения напряжений (мВ или В) на эталонном сопротивлении, определяемые по формулам:

$$U_m = I_m \cdot R_{ЭТ} \text{ и } U_0 = I_0 \cdot R_{ЭТ}, \quad (3)$$

3) При поверке датчиков с выходным аналоговым сигналом постоянного напряжения, значения которого контролируют непосредственно в В

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m} + \frac{\Delta_u}{U_m - U_0} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (4)$$

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

P_m – диапазон измерений поверяемого датчика, МПа;

Δ_u – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного СИ, контролирующего выходной сигнал датчика по падению напряжения на эталонном сопротивлении, мВ или В;

U_0 , U_m – соответственно нижнее и верхнее предельное значение выходного сигнала датчика (указано в паспорте на поверяемый датчик), В;

α_p – то же, что в 5.3.4;

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

4) При поверке датчика с выходным цифровым сигналом

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (5)$$

где все обозначения те же, что и в формулах (1) и (2).

5.3.7 Расчетные значения выходного сигнала поверяемого датчика для заданного номинального значения входной измеряемой величины определяют по формулам (6-8):

Для датчиков с линейной возрастающей зависимостью выходного сигнала постоянного тока (I) от входной измеряемой величины (P)

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

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

P – номинальное значение входной измеряемой величины;

P_n – нижний предел измерений;

I_0, I_m, P_m – то же, что и в формуле (1).

Для датчиков с выходным сигналом постоянного тока, значения которого контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении $R_{эт}$

$$U_p = R_{эт} \cdot I_p, \quad (7)$$

где U_p – расчетное значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, В;

I_p – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока (А), определяемое по формуле (6).

Для датчиков с линейной возрастающей зависимостью выходного сигнала постоянного напряжения (U) от входной измеряемой величины (P)

$$U_p = U_0 + \frac{U_m - U_0}{P_m - P_n} (P - P_n), \quad (8)$$

где U_p – расчетное значение выходного сигнала постоянного напряжения (В);

P – номинальное значение входной измеряемой величины;

P_n – нижний предел измерений;

U_0, U_m, P_m – то же, что и в формуле (4).

5.3.8 Проверку основной погрешности датчиков производят в пяти точках, достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям выходной величины с допуском в пределах 5% этих значений. Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 30% диапазона измерений.

Основную погрешность определяют при значении измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений (при прямом ходе), так и от больших значений (при обратном ходе).

Перед проверкой при обратном ходе датчик выдерживают в течение 1 минуты под воздействием верхнего предельного значения измеряемого параметра, соответствующего предельному значению выходного сигнала.

5.3.9 Основную погрешность γ_{∂} в % нормирующего значения вычисляют по приведенным ниже формулам.

При поверке датчиков по способу 1 (п. 5.2.1):

$$\gamma_{\partial} = \frac{I - I_p}{I_m - I_0} \cdot 100, \quad (9)$$

$$\gamma_{\partial} = \frac{U - U_p}{U_m - U_0} \cdot 100, \quad (10)$$

$$\gamma_{\partial} = \frac{N - N_p}{P_m - P_0} \cdot 100, \quad (11)$$

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

U – значение выходного сигнала постоянного напряжения, полученное экспериментально при номинальном значении измеряемой величины, В (для датчиков с аналоговым выходным сигналом напряжения постоянного тока) или значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, полученное экспериментально при измерении выходного сигнала и номинальном значении входной измеряемой величины (давления), мВ или В (для датчиков с аналоговым выходным сигналом силы постоянного тока);

N – значение выходного сигнала датчика в цифровом формате, полученное экспериментально при номинальном значении измеряемой величины;

остальные обозначения те же, что в формулах (1 - 8).

При поверке датчиков по способу 2 (п. 5.3.1):

$$\gamma_{\partial} = \frac{P - P_{ном}}{P_m} \cdot 100, \quad (12)$$

где P – значение входной измеряемой величины (давления), полученное экспериментально при номинальном значении выходного сигнала, кПа, МПа;

$P_{ном}$ – номинальное значение измеряемой величины при номинальном значении выходного сигнала, кПа, МПа;

P_m – диапазон измерений поверяемого датчика, кПа, МПа.

Вычисление γ_{∂} выполняют с точностью до третьего знака после запятой.

5.4 Определение вариации выходного сигнала

5.4.1 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 (п. 5.3).

5.4.2 Вариацию выходного сигнала γ_r в % нормирующего значения вычисляют по приведенным ниже формулам.

При поверке датчиков по способу 1 (п. 5.3.1):

$$\gamma_z = \frac{|I - I^*|}{I_m - I_0} \cdot 100, \quad (13)$$

$$\gamma_z = \frac{|U - U^*|}{U_m - U_0} \cdot 100, \quad (14)$$

$$\gamma_z = \frac{|N - N^*|}{P_m - P_0} \cdot 100, \quad (15)$$

где I, I^* – значения выходного сигнала постоянного тока, полученные экспериментально при одном и том же номинальном значении входной измеряемой величины при прямом и обратном ходе соответственно, мА;

U, U^* – значения выходного сигнала постоянного напряжения, полученные экспериментально при одном и том же номинальном значении входной измеряемой величины при прямом и обратном ходе соответственно, В (для датчиков с аналоговым выходным сигналом напряжения постоянного тока) или значения падения напряжения на эталонном сопротивлении, полученные экспериментально при измерениях выходного сигнала и при одном и том же номинальном значении входной измеряемой величины при прямом и обратном ходе соответственно, мВ, В (для датчиков с аналоговым выходным сигналом силы постоянного тока);

N, N^* – значения выходного сигнала датчика в цифровом формате, полученные экспериментально при одном и том же номинальном значении входной измеряемой величины при прямом и обратном ходе соответственно.

Остальные обозначения те же, что в формулах (1 - 8).

При поверке датчиков по способу 2 (п. 5.3.1):

$$\gamma_z = \frac{|P - P^*|}{P_m} \cdot 100, \quad (16)$$

где P, P^* – значения входной измеряемой величины (давления), полученные экспериментально при прямом и обратном ходе при одном и том же номинальном значении выходного сигнала, кПа, МПа;

P_m – то же, что и в формуле (12).

5.4.3 Вариацию выходного сигнала датчиков не определяют, если предел ее допускаемого значения не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

5.5 Критерии оценки результатов поверки датчиков

5.5.1 Датчик признают годным при первичной поверке, если на всех поверяемых точках модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| \leq |\gamma_k \cdot \gamma|$.

5.5.2 Датчик признают негодным при первичной поверке, если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| > |\gamma_k \cdot \gamma|$.

5.5.3 Датчик признают годным при периодической поверке, если на всех поверяемых точках при первом или втором цикле определения основной погрешности $|\gamma_{\partial}| \leq |\gamma_k \cdot \gamma|$.

5.5.4 Датчик признают негодным при периодической поверке:
– если при первом цикле поверки хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| > |(\delta_M)_{\text{ва max}} \cdot \gamma|$;

– если при втором цикле поверки хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| > |\gamma_k \cdot \gamma|$.

Обозначения: $(\delta_M)_{\text{ва max}}$ – по п. 5.3.3; γ_k – по п. 5.3.4; γ – по п. 5.3.6.

5.5.5 Допускается вместо вычислений по экспериментальным данным значений погрешности γ_{∂} контролировать ее соответствие предельно допускаемым значениям.

6 Оформление результатов поверки

6.1 Положительные результаты поверки удостоверяются оттиском поверительного клейма, который наносится в паспорт и/или оформляется свидетельство о поверке. Знак поверки наносится в соответствующий раздел паспорта и/или на бланк свидетельства о поверке

6.2 При отрицательном результате поверки поверяемый датчик не допускается к дальнейшему применению, выдают извещение о непригодности.

Информационные данные

1 Настоящая рекомендация разработана отделом НИОКР ООО ТПП «Интор»

2 Утверждена ЗАО КИП «МЦЭ» 28.09.2018