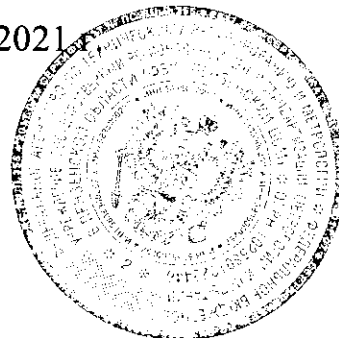


СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
ФБУ «Пензенский ЦСМ»



Ю.Г. Тюрина

22 декабря 2021



Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики избыточного давления СТЭК-1 (СТЭК-1Х)

Методика поверки

406222.001 МП

Пенза

2021

Общие положения

Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства поверки датчиков избыточного давления СТЭК-1 (СТЭК-1Х) (далее – датчик), предназначенных для измерений избыточного давления.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Класс точности датчика	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	Пределы допускаемой приведенной погрешности нелинейности, %	Вариация выходного сигнала датчика, в % от диапазона изменения выходного сигнала
0,25	$\pm 0,25$	$\pm 0,15$	$\pm 0,1$
0,5	$\pm 0,5$	$\pm 0,2$	$\pm 0,15$
1,0	$\pm 1,0$	$\pm 0,25$	$\pm 0,2$

Примечание.

1 Нормирующим значением для метрологических характеристик является диапазон изменения выходного сигнала датчика.

2 Погрешность нелинейности датчика нормируется в диапазоне от P_2 до верхнего предела измерений P_B избыточного давления, при этом значение P_2 определяется в зависимости от P_B :

P_B , МПа, (кгс/см ²)	0,6 (6)	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)
P_2 , МПа, (кгс/см ²)	0,1 (1)	0,2 (2)	0,2 (2)	0,5 (5)

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы давления - паскаля в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 29 июня 2018 г. № 1339, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ23-2010.

При определении метрологических характеристик поверяемого датчика используется метод прямых измерений.

Поверка датчика в сокращенном объеме невозможна.

1 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 2.

Наименование операции	Номер раздела, пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	5	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	7	да	да
Проверка основной погрешности	7.1	да	да
Проверка погрешности нелинейности	7.2	да	да
Проверка вариации выходного сигнала	7.3	да	да
Оформление результатов поверки	8	да	да

2 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 21 до плюс 25;
- относительная влажность воздуха, % до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;
- вибрация, тряска, удары, наклоны и магнитные поля (кроме земного), влияющие на работу датчика, должны быть исключены.

3 Метрологические и технические требованиям к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Пункт 6.1	Диапазон измерений атмосферного давления от 70 до 110 кПа (от 700 до 1100 гПа), пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,25$ кПа ($\pm 2,5$ гПа). Диапазон измерений температуры от 0 до 60 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3$ °С. Диапазон измерений относительной влажности от 0 до 90 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 0,3$ %.	Термогигрометр ИВА-6Н-Д (Рег. № 46434-11 в ФИФ ОЕИ)
Раздел 7	Диапазон измерений от 0,1 до 6 МПа, класс точности 0,02	Манометр грузопоршневой МП-60 (Рег. № 3040-72 в ФИФ ОЕИ)
	Диапазон воспроизводимых сопротивлений от 0,1 до 111111,1 Ом, класс точности 0,02/($2 \cdot 10^{-6}$)	Магазин сопротивлений Р4831 (Рег. № 6332-77 в ФИФ ОЕИ)
	Верхние пределы измерений напряжения постоянного тока: 0,2; 2; 20 В, пределы допускаемой основной погрешности $\pm (0,00035 \% \text{ от } U_{\text{изм}} + 0,00002 \% \text{ от } U_{\text{к}})$ Верхние пределы измерений постоянного тока: 0,2; 2; 20 мА, пределы допускаемой основной погрешности $\pm (0,0014 \% \text{ от } I_{\text{изм}} + 0,0002 \% \text{ от } I_{\text{к}})$	Мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A (Рег. № 25984-03 в ФИФ ОЕИ)
	Выходное напряжение постоянного тока от 0 до 38 В, погрешность измерения выходного напряжения $\pm 0,3$ %, выходной ток не менее 0,03 А	Источник питания постоянного тока линейный НМР 2030 (Рег. № 52852-13 в ФИФ ОЕИ)

Примечание – Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому датчику.

4 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

4.1 Перед проведением поверки следует изучить эксплуатационные документы на датчик и средства измерений (далее - СИ).

4.2 Лица, выполняющие измерения, должны быть ознакомлены со всеми действующими инструкциями и правилами по безопасному выполнению работ и требованиями, указанными в эксплуатационных документах на датчик и СИ.

4.3 Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений датчика. Запрещается снимать поверяемый датчик с эталонного средства измерений, создающего давление без сброса давления.

5 Внешний осмотр средства измерений

5.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики датчика;
- наличие четкой и читаемой маркировки (обозначение типа, заводской номер и год выпуска).

5.2 Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если при проверке подтверждается их соответствие требованиям 5.1 настоящей методики.

6 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

6.1 Контроль условий поверки

6.1.1 Контроль условий поверки проводить средствами поверки, приведенными в таблице 2.

6.1.2 Результаты контроля условий поверки считаются положительными, если подтверждается их соответствие требованиям раздела 2.

6.1.3 При отрицательных результатах контроля условий поверки дальнейшие операции поверки не проводятся до достижения условиями поверки требуемых значений.

6.2 Подготовка к поверке

6.2.1 Датчик должен быть выдержан в условиях, указанных в разделе 2, не менее 3 часов.

6.2.2 Эталонные средства поверки заблаговременно включаются и прогреваются перед проведением поверки датчика в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в их эксплуатационной документации.

6.2.3 Поверяемый датчик подключается к электрической измерительной цепи в соответствии с требованиями технической документации фирмы-изготовителя по соответствующей схеме, представленной в приложении А.

6.2.4 Выполняется проверка герметичности гидравлической системы, предназначенной для проведения поверки, при значении давления, равном верхнему пределу измерений поверяемого датчика. Гидравлическая система считается герметичной, если после минутной выдержки под давлением и в течение последующей минуты в ней не наблюдается падения давления.

6.3 Опробование средства измерений

6.3.1 Включить электрическое питание датчика и прогреть его примерно в течение 1 минуты без подачи давления.

6.3.2 Подать на датчик давление и, изменяя его от нуля до верхнего предела измерений и обратно, убедиться, что выходной сигнал датчика плавно изменяется от нижнего до верхнего предельного значения диапазона выходного сигнала.

7 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

7.1 Проверка основной погрешности

Проверка основной приведенной погрешности датчика проводится путём установки по эталонному средству измерений номинальных значений измеряемой величины на входе датчика и измерением по другому эталонному средству измерений выходного сигнала, в следующей последовательности:

1) выбрать для проверяемого датчика по таблице 4 необходимую схему подключения электрических цепей (номер рисунка приложения А) в зависимости от варианта его исполнения, выходного сигнала и класса точности;

Таблица 4

Вариант исполнения датчика	Диапазон изменения выходного сигнала	Класс точности датчика		
		0,25	0,5	1,0
Токовый трехпроводный	(0 – 5) мА	Рис. 2	Рис. 1 или 2	Рис. 1 или 2
Токовый четырехпроводный		Рис. 4	Рис. 3 или 4	Рис. 3 или 4
Токовый двухпроводный	(4 – 20) мА	Рис. 6	Рис. 5 или 6	Рис. 5 или 6
Напряжения	(0,5 – 5,5) В	Рис. 7	Рис. 7	Рис. 7

2) собрать выбранную по предыдущему перечислению настоящего пункта схему, при этом:

- в качестве резистора R_o или R_n используется магазин сопротивлений P4831;
- в качестве эталонного средства измерений – мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A, устанавливаемый в схемах, представленных на рисунках 1, 3, 5, в режим измерения тока, а в схемах, представленных на рисунках 2, 4, 6, 7, в режим измерения напряжения;
- в качестве источника электрического питания (ИП) – источник питания постоянного тока линейный НМР 2030;

3) установить значения сопротивлений R_o или R_n и выходное напряжение источника питания ИП согласно таблице 5;

4) Проверка основной приведенной погрешности проводится при прямом и обратном ходе нагружения не менее, чем в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений. Проверяемые точки для поверяемого датчика выбираются в зависимости от его верхнего предела измерений по таблице 6;

5) Выполнить один цикл измерений (нагружения). При этом необходимо поочередно устанавливать на входе датчика избыточные давления, соответствующие точкам, регламентированным для него в таблице 6, от 0 до P_v , (прямой ход), а затем от P_v до 0 (обратный ход). В каждой i -ой проверяемой точке осуществить выдержку не менее 10 секунд, после чего считать соответствующее показание Y_i прибора;

Таблица 5

Схема подключения	R_n , Ом	R_o , Ом	Выходное напряжение ИП, В
Рис. 1	2000	-	$24,0 \pm 1,2$
Рис. 2	-	2000 (2039,4)	
Рис. 3	2000	-	$36,0 \pm 1,2$
Рис. 4	-	2000 (2039,4)	
Рис. 5	500	-	$24,0 \pm 1,2$
Рис. 6	-	500	
Рис. 7	2000	-	

Примечания:

1 В скобках указаны значения R_o , которые для удобства обработки результатов проверки устанавливаются в том случае, если настройка датчика осуществлена в МПа, а при проведении проверки используются грузы грузопоршневого манометра, соответствующие единицам кгс/см². При этом напряжение на измерительном сопротивлении R_o при значении давления, соответствующем P_v тах, в идеальном случае будет составлять 10,000 В для датчиков с токовым выходным сигналом 0-5 мА.

2 Знак «-» показывает, что данный резистор отсутствует.

Таблица 6

Верхний предел измерений датчика, P_v , МПа (кгс/см ²)	Значение входного избыточного давления, МПа (кгс/см ²), в проверяемых точках						
	1	2	3	4	5	6	7
0,6 (6)	0	0,1 (1)	0,2 (2)	0,3 (3)	0,4 (4)	0,5 (5)	0,6 (6)
1,0 (10)	0	0,2 (2)	0,4 (4)	0,6 (6)	0,8 (8)	1,0 (10)	
1,6 (16)	0	0,4 (4)	0,8 (8)	1,2 (12)	1,6 (16)		
2,5 (25)	0	0,5 (5)	1,0 (10)	1,5 (15)	2,0 (20)	2,5 (25)	

б) Значение γ_{oi} основной приведенной погрешности в каждой i -точке определить по формуле:

– для датчика со схемой подключения по рисунку 1, 3, 5 или 7 приложения А

$$\gamma_{oi} = \frac{Y_i - Y_{pi}}{Y_v - Y_n} \times 100\%; \quad (1)$$

– для датчика со схемой подключения по рисунку 2, 4 или 6 приложения А

$$\gamma_{oi} = \frac{Y_i - Y_{pi}}{(Y_v - Y_n) \times R_o} \times 100\%, \quad (2)$$

где: Y_i – результат измерения выходного сигнала датчика в i -ой проверяемой точке (в вольтах, если в качестве измерительного прибора используется вольтметр или в амперах, если используется амперметр);

Y_n, Y_v – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала датчика (в амперах для датчика с токовым выходным сигналом или в вольтах для датчика с выходным сигналом по напряжению);

R_o – значение сопротивления эталонного резистора, согласно таблице 5, Ом;

Y_{pi} – расчетное значение выходного сигнала, которое определяется для i -ой точки по формуле:

- для датчика со схемой подключения по рисунку 1, 3, 5 или 7 приложения А (в амперах для датчика с токовым выходным сигналом и в вольтах для датчика с выходным сигналом по напряжению):

$$Y_{pi} = Y_n + \frac{P_i}{P_v} \times (Y_v - Y_n);$$

- для датчика со схемой подключения по рисунку 2, 4 или 6 приложения А (в вольтах):

$$Y_{pi} = \left[Y_n + \frac{P_i}{P_v} \times (Y_v - Y_n) \right] \times R_o,$$

где: P_i – значение измеряемого избыточного давления в i -ой точке, МПа (кгс/см²);

P_v – верхний предел измерений избыточного давления, МПа (кгс/см²).

7.2 Проверка погрешности нелинейности

Проверка приведенной погрешности нелинейности проводится в следующей последовательности:

1) из полной совокупности результатов измерений, зафиксированных при выполнении 7.1, выбрать полученные при изменении входного избыточного давления от больших значений к меньшим (обратный ход). Точка, соответствующая отсутствию входного избыточного давления, т. е. $P_n = 0$, из рассмотрения исключается;

2) вычислить значение приведенной погрешности нелинейности, γ_{ni} , в каждой i -ой выбранной точке диапазона измерений: от минимального значения входного избыточного давления, при котором нормируется погрешность нелинейности, до верхнего предела измерений поверяемого датчика по формуле:

$$\gamma_{ni} = \left(\frac{Y_i - Y_2}{Y_B - Y_1} - \frac{(P_i - P_2)(Y_B - Y_2)}{(P_B - P_2)(Y_B - Y_1)} \right) \times 100 \%$$

где: P_i – значение измеряемого избыточного давления в i -ой точке, МПа (кгс/см²);

P_B – верхний предел измерений избыточного давления, МПа (кгс/см²);

P_2 – минимальное значение диапазона избыточного давления, в котором нормируется погрешность нелинейности датчика; значение P_2 определяется в зависимости от P_B соответствует точке 2 таблицы 6, МПа (кгс/см²);

Y_B, Y_2, Y_1, Y_i – результат измерения выходного сигнала поверяемого датчика при значении измеряемого избыточного давления P_B, P_2, P_1 и P_i , соответственно, (в вольтах, если в качестве измерительного прибора используется вольтметр или в амперах, если используется амперметр);

7.3 Проверка вариации выходного сигнала

Проверка вариации выходного сигнала датчика выполняется в следующей последовательности:

1) вариация выходного сигнала поверяемого датчика определяется по результатам измерений, полученных при выполнении 9.1, для каждого проверяемого значения измеряемого избыточного давления, кроме значений, соответствующих нижнему и верхнему пределам измерений;

2) вычислить вариацию выходного сигнала, γ_{vi} , выраженную в процентах от диапазона изменения выходного сигнала, для каждой i -ой точки, выбранной согласно перечислению 1 настоящего пункта, по формуле:

– для датчика со схемой подключения по рисунку 1, 3, 5 или 7 приложения А

$$\gamma_{vi} = \frac{Y'_i - Y''_i}{Y_B - Y_H} \times 100 \%;$$

– для датчика со схемой подключения по рисунку 2, 4 или 6 приложения А

$$\gamma_{vi} = \frac{Y'_i - Y''_i}{(Y_B - Y_H) \times R_0} \times 100 \%,$$

где Y'_i, Y''_i – результаты измерений выходного сигнала поверяемого датчика при одном и том же значении входного избыточного давления P_i при прямом и обратном ходе, соответственно (в вольтах, если в качестве измерительного прибора используется вольтметр или в амперах, если используется амперметр);

Y_H, Y_B, R_0 – соответствуют обозначениям формул (1) и (2);

Результаты поверки датчика считаются положительными, если в каждой проверяемой точке полученное значение:

– основной приведенной погрешности γ_{oi} не превышает 0,8 от её пределов, указанных в таблице 1;

– приведенной погрешности нелинейности γ_{ni} не превышает её пределов, указанных в таблице 1;

– вариации выходного сигнала γ_{vi} , выраженной в процентах от диапазона изменения выходного сигнала, не превышает её пределов, указанных в таблице 1.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Сведения о результатах поверки датчика должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с указаниями части 3 статьи 20 Федерального закона от 26.06.2008 № 102-ФЗ аккредитованным на поверку лицом, проводившим поверку, в сроки, установленные Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

8.2 По заявлению владельца датчика или лица, представившего датчик на поверку, в случае положительных результатов поверки выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510, или в случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности к применению, по форме и содержанию удовлетворяющее требованиям Приказа Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510, с указанием причин непригодности.

8.3 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

8.4 По заявлению владельца датчика или лица, представившего датчик на поверку, оформляют протокол поверки по форме, принятой в организации, проводившей поверку.

Приложение А (обязательное)

Схемы подключения датчика к электрической измерительной цепи

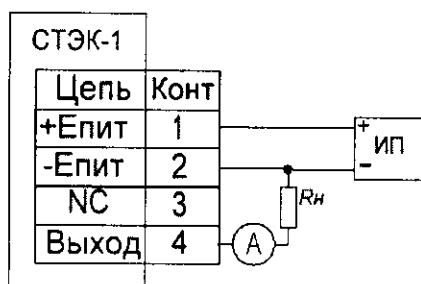


Рисунок 1. Схема подключения трехпроводного токового датчика при измерении постоянного тока на выходе.

$$R_n \leq (E_{\text{пит}} - 9 \text{ В}) / 5 \text{ мА}$$

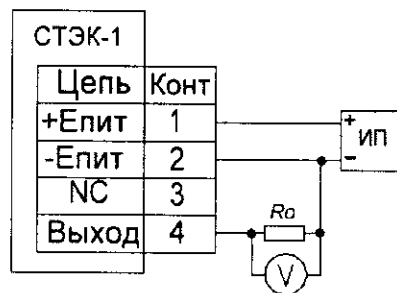


Рисунок 2. Схема подключения трехпроводного токового датчика при измерении напряжения на измерительном резисторе.

$$R_o \leq (E_{\text{пит}} - 9 \text{ В}) / 5 \text{ мА}$$

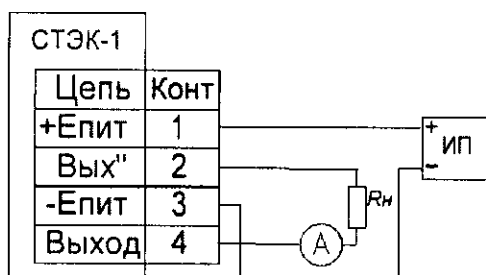


Рисунок 3. Схема подключения четырехпроводного токового датчика при измерении постоянного тока на выходе.

$$R_n \leq (E_{\text{пит}} - 18 \text{ В}) / 5 \text{ мА}$$

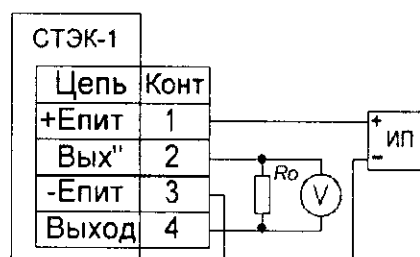


Рисунок 4. Схема подключения четырехпроводного токового датчика при измерении напряжения на измерительном резисторе.

$$R_o \leq (E_{\text{пит}} - 18 \text{ В}) / 5 \text{ мА}$$

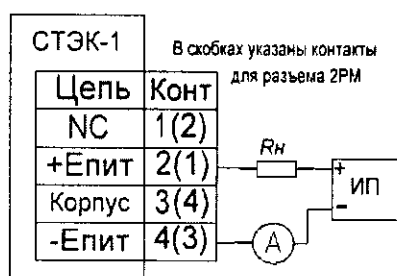


Рисунок 5. Схема подключения двухпроводного токового датчика при измерении постоянного тока на выходе.

$$R_n \leq (E_{\text{пит}} - 9 \text{ В}) / 20 \text{ мА}$$

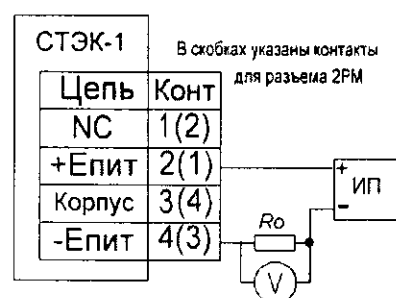


Рисунок 6. Схема подключения двухпроводного токового датчика при измерении напряжения на измерительном резисторе.

$$R_o \leq (E_{\text{пит}} - 9 \text{ В}) / 20 \text{ мА}$$

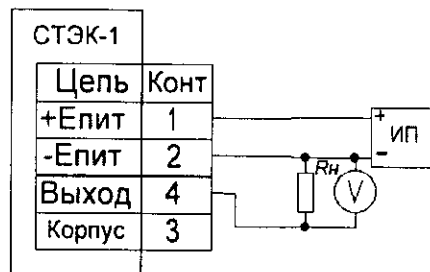


Рисунок 7. Схема подключения датчика с выходным сигналом постоянного напряжения при измерении напряжения на нагрузочном резисторе.

$$R_{\text{н}} \geq 2 \text{ кОм}$$