

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по метрологии

Западно-Сибирского филиала

ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.Ю. Кондаков

«5» апреля 2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики измерения давления стационарные СД-1.ИД.В

Методика поверки

МП-407-RA.RU.310556-2022

г. Новосибирск

2022 г.

3485

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики измерения давления стационарные СД-1.ИД.В (далее – датчики давления), предназначенные для измерения избыточного давления жидкости в шахтном трубопроводе, управления внешними исполнительными устройствами при помощи встроенного выходного устройства, отображения информации на жидкокристаллическом индикаторе, а также для передачи информации на внешнее приемное устройство в аналоговом и цифровом виде.

1.2 Прослеживаемость при поверке датчиков давления обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 29 июня 2018 г. № 1339 к государственным первичным эталонам единиц давления ГЭТ 23-2010 и ГЭТ 43-2013.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого датчика давления используется метод непосредственного сравнения результата измерения поверяемого датчика давления со значением избыточного давления, заданного эталоном.

1.4 Первичная поверка проводится при выпуске из производства, а также после ремонта.

1.5 Периодическая поверка проводится по истечении интервала между поверками.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.1	Да	Да
3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.2	Да	Да
4 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
5 Проверка диапазона, абсолютной погрешности измерения давления и вариации показаний	10.1	Да	Да
6 Проверка порога срабатывания и погрешности порога срабатывания выходного устройства типа «сухой» контакт	10.2	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие (нормальные) условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.);
- напряжения питания постоянного тока 12 В с допуском отклонением от номинального значения – ± 3 В;

3.2 К поверке датчиков давления приступают после выдержки их в нормальных условиях не менее 2 часов.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению испытаний допускаются лица, указанные в качестве специалистов в области измерения давления при аккредитации в области обеспечения единства измерений, изучившие эксплуатационную документацию датчиков давления и используемых средств испытаний, имеющих группу допуска по электробезопасности не ниже III до 1000 В.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяют эталоны и средства измерений, приведенные в таблице 2.

5.2 Все применяемые средства поверки должны быть поверены.

5.3 Допускается использование других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

Таблица 2 Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Предназначение средства поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке)	Измерение температуры окружающей среды	Диапазон: от 0 до плюс 30 °С ПГ $\pm 1,0$ °С	Измеритель-регистратор температуры и относительной влажности EClerk-M-11-RHTR (Per. № 80931-21)
п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке)	Измерение относительной влажности окружающей среды	Диапазон: от 30 до 80 % ПГ ± 5 %;	
п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке)	Измерение атмосферного давления	Диапазон: от 84 до 106,7 кПа; ПГ $\pm 0,5$ кПа	
п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке)	Измерение напряжения постоянного тока питания датчика давления	Диапазон: от 6 до 12 В; ПГ $\pm 0,1$ В	мультиметр «34401А» (Per. № 54848-13)
п. 9 Определение метрологических характеристик	Воспроизведение напряжения постоянного тока	Диапазон: от 6 до 12 В; ПГ $\pm 0,2$ В	Источник питания постоянного тока Б5-71ММ (per. № 64887-16)
п. 9.1 Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерения давления и вариации показаний	Измерение и поддержание избыточного давления	Эталон 3 разряда согласно ГПС, утвержденной приказом от 29.06.2018 № 1339	Манометр грузопоршневой МП-600 (per.№ 61479-15)
п. 9.1 Проверка диапазона и абсолютной	Измерение напряжения на аналоговых	Диапазон измерений от 0,4 до 2 В, ПГ ± 2 мВ	мультиметр «34401А» (Per. № 54848-13)

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Предназначение средства поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
погрешности измерения давления и вариации показаний	выходах		
п. 9.2 Проверка порога срабатывания и погрешности порога срабатывания выходного устройства типа «сухой» контакт	Измерение и поддержание избыточного давления	Эталон 3 разряда согласно ГПС, утвержденной приказом от 29.06.2018 № 1339	Манометр грузопоршневой МП-60 (рег. № 79130-20)

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверка выполняется специалистами, аккредитованной в установленном порядке метрологической службы, ознакомившимися с технической и эксплуатационной документацией и настоящей методикой поверки.

6.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования предусмотренные правилами промышленной безопасности и охраны труда, действующими на территории проведения поверки.

6.3 Должны выполняться требования действующих нормативных актов, инструкций по охране труда и окружающей среды.

6.4 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, изложенные в «Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей»

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр проводят визуально.

7.2 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- соответствие изображения на фото в описании типа и вида поверяемого датчика;
- отсутствие сколов и сквозных трещин на корпусных деталях;
- отсутствие повреждений оболочки кабеля;
- соответствие состава и комплектности датчика давления паспорту;
- наличие и отчетливость маркировки датчика давления.

Результаты проверки считают положительными, если указанные выше требования выполнены.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

8.1.2 Проводят контроль условий поверки согласно п. 3.

8.1.3 При помощи спецключа снять крышки с отделения кабельных вводов датчика давления и подсоединить чувствительные элементы, провода питания и провода цифровых выходов в соответствии с таблицей 3.

8.1.4 Подготавливают к работе персональную ЭВМ (далее – ПК), загрузив утилиту modpoll (версия 3.10) для визуализации обмена через асинхронный последовательный

интерфейс с использованием протокола ModBus (официальный сайт <http://www.modbusdriver.com/modpoll.html>).

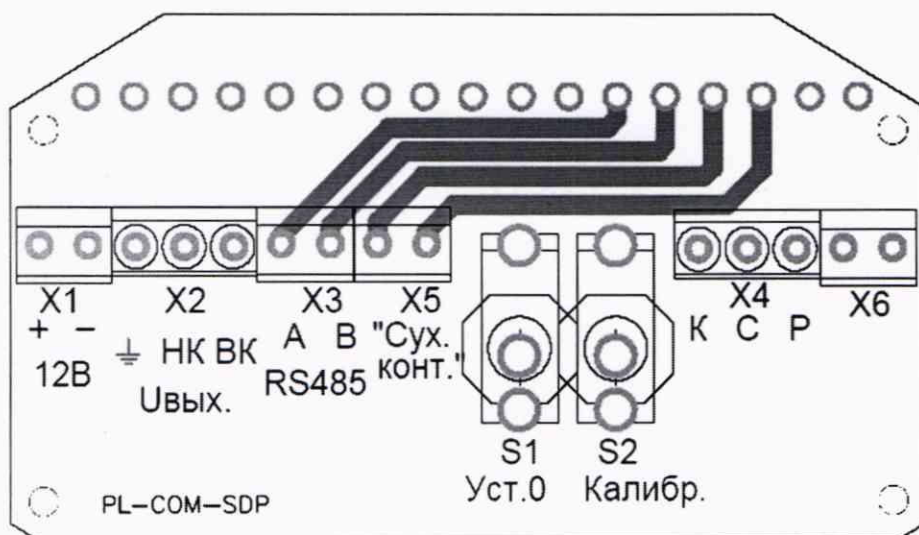


Таблица 3

Обозначение разъема	№ контакта	Цепь
X1	1	Питание +12В
X1	2	Общая линия питания
X2	1	Общая линия аналоговых сигналов 0,4÷2,0В
X2	2	Аналоговый выходной сигнал 0,4÷2,0В для СД-1.ИД.В.160 диапазон 0÷160 кгс/см ²
X3	1	Цифровой выходной сигнал RS485 (А)
X3	2	Цифровой выходной сигнал RS485 (В)
X5	1	Выводы выходного устройства типа «сухой» контакт
X5	2	
X4	1 (К) 2 (С) 3 (Р)	Подключение чувствительного элемента: 1 – «+» питания, 2 – «+» мостового выхода, 3 – «-» мостового выхода
X6	1	Подключение чувствительного элемента: «-» питания

8.2 Опробование

8.2.1 Одновременно проводят следующие действия: нажимают кнопки «S1», «S2» и подают питание на датчик давления значением 12 В.

8.2.2 Наблюдают появление запроса на ввод пароля, вводят пароль.

8.2.3 Устанавливают, в соответствии с описанием в руководстве по эксплуатации датчика давления, порог срабатывания датчика – (АХХХ) 16 кгс/см² для датчика СД-1.ИД.В.160 или 40 кгс/см² для датчика СД-1.ИД.В.400.

8.2.4 Устанавливают, в соответствии с описанием в руководстве по эксплуатации датчика давления, «гистерезис» (порог включения сухого контакта) величиной 10%, реле – в состоянии «РЗ».

8.2.5 Выключают питание датчика давления.

8.2.6 Подключают датчик давления к грузопоршневому манометру.

8.2.7 Подключают к цифровым выходам RS-485 "X3" через соответствующий преобразователь интерфейсов внешнюю ЭВМ. Запустить утилиту modpoll, выполнив команду:

modpoll -m rtu -a 1 -r 2 -c 2 -b 1200 -d 8 -s 1 -p even COMXX

где XX – номер последовательного порта персонального компьютера, к которому подключен датчик давления.

8.2.8 Зафиксировать работоспособность цифрового выхода RS-485 датчика давления при появлении нулевых значений давления получаемые на дисплее внешней ЭВМ.

8.2.9 Задать на грузопоршневом манометре любое давление из рабочего диапазона давления датчика давления.

8.2.10 Зафиксировать работоспособность цифрового выхода RS-485 датчика давления если на дисплее внешней ЭВМ появятся значения равные 10 кратной величине значений, отображаемым на экране датчика давления.

Результат опробования считают положительным, если:

- отображаемая при включении датчика давления модификация соответствует паспорту
- порог срабатывания, состояние реле и «гистерезис» установлены,
- работоспособность цифрового выхода RS-485 зафиксирована при нулевом и ненулевом избыточном давлении.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) проводят путем сравнения идентификационных данных ПО с соответствующими идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и указанных в описании типа.

9.2 Идентификация ПО выполняется путем определения номера версии ПО:

- Подают питание на датчик давления значением 12 В на контакты «X1».
- Наблюдают появление информации о датчике давления на экране датчика: модификация и номер версии ПО. Версия ПО должна быть не меньше 14.4.
- Выключают питание датчика давления.

9.3 Проводят проверку ПО и защиты ПО от несанкционированного вмешательства:

- Одновременно проводят следующие действия: нажимают кнопки «S1», «S2» и подают питание на датчик давления значением 12 В, ожидая появления на индикаторе датчика сообщения вида «АХХХ», что означает вход в служебное меню датчика давления;
- Нажатием кнопки «S1» выбирают режим «сброс калибровки». Наблюдают появление запроса на ввод пароля, вводят неправильный пароль после чего должна появиться надпись о неправильном пароле. Те же действия повторяют для режима «сохранить калибровку» и «режим калибровки». Правильный пароль вводить не требуется, поскольку вход в режим калибровки влечет сбой калибровочных коэффициентов датчика давления, после чего потребуется перекалибровка датчика давления.
- Проводят проверку соответствия выводимой на экран датчика информации с описанием в руководстве по эксплуатации датчика давления последовательно перебирая пункты меню нажатием на «S1».

Результат проверки считают положительным, если идентификационные данные (номер версии) программного обеспечения датчика давления не ниже приведенного в описании типа, меню настройки датчика давления недоступно при попытках ввода неправильного пароля, служебное меню соответствует описанному в РЭ датчика давления.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Проверка диапазона, абсолютной погрешности измерения давления и вариации показаний

10.1.1. Проверку погрешности измерения давления провести при пяти значениях давления, отличающихся от заданных в таблице 4 не более чем на $\pm 10\%$, или при большем количестве значений давления, равномерно распределённых в диапазоне измерений, включая нижнее и верхнее значения диапазона измерений:

Таблица 4.

Модификация СД-1.ИД	Единица измерения	Значения задаваемого давления					Пределы допустимой основной погрешности
СД-1.ИД.В.160	кгс/см ²	0,0	40,8	81,6	122,4	153,0	$\pm 3,2$
	МПа	0,0	4,00	8,00	12,00	15,00	$\pm 0,31$
СД-1.ИД.В.400	кгс/см ²	0,0	102,0	203,9	305,9	397,7	$\pm 8,0$
	МПа	0,00	10,00	20,00	30,00	39,00	$\pm 0,79$

10.1.2. В соответствии с эксплуатационной документацией эталонного и вспомогательного оборудования подключить аналоговые выходы к мультиметру 34401А в соответствии с таблицей 3.

10.1.3. Последовательно задавать значения давления в соответствии с таблицей 4, фиксируя задаваемое с помощью грузопоршневого манометра избыточное давление $P_{\text{эт}}$, показания индикатора датчика давления $P_{\text{инд.пр}}$, значение напряжения на аналоговых выходах датчика $U_{\text{СД.пр}}$ (по показаниям мультиметра 34401А, мВ).

10.1.4. Последовательно в обратном порядке задавать значения давления в соответствии с таблицей 4, понижая давление, фиксировать показания в соответствии с п.8.3.3. $P_{\text{эт}}$, $P_{\text{инд.о}}$, $U_{\text{СД.о}}$.

10.1.5. Выключить питание датчика давления.

10.1.6. Рассчитать абсолютные погрешности измерений датчика давления $\Delta_{\text{инд}}$ для прямого и для обратного хода:

$$\Delta_{\text{инд.пр}} = P_{\text{инд.пр}} - P_{\text{эт}};$$

$$\Delta_{\text{инд.о}} = P_{\text{инд.о}} - P_{\text{эт}};$$

10.1.7. Рассчитать абсолютные погрешности измерений датчика давления на аналоговых выходах $\Delta_{\text{вых}}$ в зависимости от модификации датчика по формулам из таблицы 5.

Таблица 5.

Модификация датчика давления	Абсолютные погрешности измерений датчика давления
СД-1.ИД.В.160	$\Delta_{\text{вых.пр}} = 98,0665 \cdot \left(\frac{U_{\text{СД.пр}} \cdot 1000 - 400}{1600} \right) \cdot 160 - P_{\text{эт}};$ $\Delta_{\text{вых.о}} = 98,0665 \cdot \left(\frac{U_{\text{СД.о}} \cdot 1000 - 400}{1600} \right) \cdot 160 - P_{\text{эт}}$
СД-1.ИД.В.400	$\Delta_{\text{вых.пр}} = 98,0665 \cdot \left(\frac{U_{\text{СД.пр}} \cdot 1000 - 400}{1600} \right) \cdot 400 - P_{\text{эт}}$ $\Delta_{\text{вых.о}} = 98,0665 \cdot \left(\frac{U_{\text{СД.о}} \cdot 1000 - 400}{1600} \right) \cdot 400 - P_{\text{эт}}$

10.1.8. Рассчитать вариацию показаний по аналоговому выходу и по индикатору датчика давления:

$$v_{\text{инд}} = \Delta_{\text{инд.пр}} - \Delta_{\text{инд.о}};$$

$$v_{\text{вых}} = \Delta_{\text{вых.пр}} - \Delta_{\text{вых.о}}$$

Результаты проверки считать удовлетворительными, если величины рассчитанных погрешностей не превышают значений, указанных в последнем столбце таблицы 4, вариация показаний не превышает $\frac{1}{2}$ значений, указанных в последнем столбце таблицы 4.

10.2 Проверка порога срабатывания и погрешности порога срабатывания выходного устройства типа «сухой» контакт

10.2.1 Подать питание на датчик давления

10.2.2 Проверить индикацию питания – должна гореть только зеленая световая сигнализация.

10.2.3 На датчики давления подать давление 15 кгс/см^2 (на датчик СД-1.ИД.В.160) или 39 кгс/см^2 (на датчик СД-1.ИД.В.400). Зафиксировать световую индикацию датчика. Постепенно наращивать давление до 17 кгс/см^2 (на датчик СД-1.ИД.В.160) или 41 кгс/см^2 (на датчик СД-1.ИД.В.400). Зафиксировать значение подаваемого давления в момент загорания красного светодиода датчика давления P_{PO} . Рассчитать погрешность порога срабатывания, %:

$$\Delta_{пс} = (P_{PO} - 16)/160 \cdot 100 \text{ (для СД-1.ИД.В.160)}$$
$$\text{или } \Delta_{пс} = (P_{PO} - 40)/400 \cdot 100 \text{ (для СД-1.ИД.В.400)}$$

10.2.4 Постепенно уменьшить давление до 8% от предела измерений датчика давления. Зафиксировать значение подаваемого давления в момент затухания красного светодиода датчика давления $P_{PЗ}$. Рассчитать порог срабатывания при включении (с учетом заданного «гистерезиса»), %:

$$\Delta_{пз} = (P_{PЗ} - 14,4)/160 \cdot 100 \text{ (для СД-1.ИД.В.160)}$$
$$\text{или } \Delta_{пз} = (P_{PЗ} - 36)/400 \cdot 100 \text{ (для СД-1.ИД.В.400)}$$

Результаты проверки считают удовлетворительными, если значения $\Delta_{пз}$ и $\Delta_{пс}$ менее 1 %.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

11.2 Положительные результаты поверки датчиков давления оформляют в соответствии с приказом Минпромторга РФ № 2510 от 31 июля 2020 г.

11.3 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.4 Результаты поверки считают отрицательными, если при проведении поверки установлено несоответствие хотя бы по одному из пунктов настоящей методики.

11.5 Отрицательные результаты поверки оформляют в соответствии с приказом Минпромторга РФ № 2510 от 31 июля 2020 г.