

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»



Лапшинов В. А.

«17» февраля 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики давления 415М

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-788-2025

г. Чехов
2025 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики давления 415М (далее по тексту - датчики) и устанавливает методы их первичной и периодической поверок.

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы избыточного давления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 №2653, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 23-2010, передача единицы абсолютного давления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 101-2011, передача единицы давления для разности давлений в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 10.03.2025 № 472, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному специальному эталону ГЭТ 95-2020.

1.3 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- непосредственное сличение;
- прямые измерения.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в таблице А.1 приложения А к настоящей методике поверки.

1.5 Допускается в соответствии с заявлением (оформленного в произвольной форме) владельца средства измерений или лица, представившего датчики на поверку, проводить поверку на меньшем числе поддиапазонов (пределах) датчика в соответствии с паспортом на датчик, описанием типа и 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.

Соответствующая информация об объеме проведенной поверки должна быть указана в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операций	Обязательность проведения при поверке		Номер раздела (п/п) МП
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Определение метрологических характеристик	Да	Да	9
Определение основной погрешности измерений	Да	Да	9.1
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	10

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении операций поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °C от плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность, %, не более 95;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7.

3.2 Напряжение питания постоянного тока в пределах от 3,2 до 36 В. Номинальное значение напряжения питания и требования к источнику питания — в соответствии с технической документацией на датчик.

3.3 Сопротивление нагрузки датчиков, кОм:

- с аналоговым выходным сигналом 4-20мА - по формуле (1), не более:

$$R_n = \frac{U - 12}{20} + 0,05 \quad (1)$$

где U — напряжение питания датчика по паспорту, В;

- с аналоговым выходным сигналом 0-5мА, не более 1 кОм;
- с аналоговым выходным сигналом 0,4 – 2В, не менее 20кОм;
- с цифровым выходным сигналом в соответствии с технической спецификацией на соответствующий интерфейс.

3.4 Рабочая среда — воздух или нейтральный газ при поверке датчиков с верхними пределами измерений, не превышающими 250 кПа, и жидкость при поверке датчиков с верхними пределами измерений более 250 кПа. При поверке датчиков с верхними пределами измерений от 0,25 до 250 МПа тщательно заполнять жидкостью всю систему.

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

3.6 При поверке датчиков разности давлений с малыми пределами измерений для уменьшения влияния на результаты поверки не устраненных колебаний давления окружающего воздуха «минусовая» камера датчика может соединяться с камерой эталонного СИ, сообщаемой с атмосферой, если это предусмотрено в конструкции СИ.

3.7 При поверке датчиков разности давлений в «минусовой» камере может поддерживаться постоянное опорное давление, создаваемое другим эталонным задатчиком или основным задатчиком измеряемой величины с дополнительным блоком опорного давления.

3.8 При поверке датчиков разрежения и датчиков давления-разрежения значение измеряемой величины допускается устанавливать, подавая с противоположной стороны чувствительного элемента датчика соответствующее значение избыточного давления, если это предусмотрено конструкцией датчика.

3.9 Датчики кислородного исполнения (415М-К) должны сопровождаться письменной гарантией обезжиривания (протокол/справка об обезжиривании), без которой их поверка запрещена. В качестве рабочей среды рекомендуется вода или воздух. Не допускаются среды, загрязненные маслом и органическими примесями. Допускается вместо воды (воздуха) использовать другие жидкости (газы), взаимодействие которых с кислородом безопасно.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на проведение поверки.

4.2 К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуются к применению средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Оборудование и средства измерений, применяемые при поверке

Операции поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 15°C до плюс 25°C с абсолютной погрешностью не более $\pm 1^\circ\text{C}$;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 20% до 80% с абсолютной погрешностью не более $\pm 2\%$;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа</p>	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д (рег. номер 71394-18);
8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разрядов в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 г. № 2653, в диапазоне измерений избыточного давления до 250 МПа</p>	<p>Барометр образцовый переносной БОП-1М (рег.номер 26469-17);</p> <p>Калибратор давления Метран-505 «Воздух» (рег. номер 42701-09);</p> <p>Калибратор давления СРГ2500 (рег. номер 54615-13);</p> <p>Манометры газовые грузопоршневые МГП (рег.номер 52506-16);</p> <p>Манометры грузопоршневые МП (рег. номер 52189-16);</p> <p>Преобразователи давления эталонные ПДЭ-020, ПДЭ-020И (рег. номер 58668-14);</p> <p>Преобразователи давления эталонные ПДЭ-040, ПДЭ-040И (рег. номер 86335-22);</p> <p>Микроманометр МКВ-2500, (рег. номер 42701-09);</p> <p>Калибратор давления малогабаритный ЭЛЕМЕР-КДМ-020 (рег. номер 62812-15);</p> <p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (рег. номер 52489-13);</p> <p>Калибратор давления портативный Элметро-Паскаль-02 (рег. номер 48184-11);</p> <p>Калибратор давления портативный Элемер-ПКД-160 (рег. номер 52356-13);</p>
9-10.2 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	<p>Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разрядов в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений абсолютного давления, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.12.2019 г. № 2900, в диапазоне измерений абсолютного давления до 10 МПа</p> <p>Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разрядов в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений разности давлений, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10.03.2025 г. № 472, в диапазоне измерений разности давлений до 0,1 МПа</p>	

Продолжение таблицы 2

Операции поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) 9-10.2 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Рабочий эталон единицы силы постоянного тока и средства измерений, соответствующие требованиям не ниже 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока, утвержденной приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091, в диапазоне от 0 до 20 мА	Мультиметр 3458А (рег. номер 25900-03)
	Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения и средства измерений, соответствующие требованиям не ниже 3 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. № 1520;	Вольтметр универсальный GDM-79061 (рег. номер 76322-19)
	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления не ниже 3-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456, диапазон воспроизведения значений электрического сопротивления от 0,01 до 111111,1 Ом	Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная MC3070M-1 (рег. номер 64073-16)
Вспомогательные средства поверки		
Средства измерений интервалов времени, воспроизведение шкалы времени от 0 до 300 с	Секундомер электронный Интеграл С-01 рег. номер 44154-16;	
Средства воспроизведения сопротивления с верхним пределом нагрузочного сопротивления в соответствии с требованиями п. 3.3 настоящей методики	Магазин сопротивления Р4831	
Средства воспроизведения и поддержания напряжения постоянного тока от 3,2 до 36,0 В	Источник питания постоянного тока GPR, модификации GPR 76030D	
Программно-аппаратные средства с поддержкой цифрового сигнала промышленных сетей Modbus RTU	MAC501TCP-R Modbus RTU (интерфейс RS-485)	

Продолжение таблицы 2

Вспомогательные средства поверки	
Устройства для связи с преобразователем по цифровому каналу и для обмена данными по протоколу HART	Преобразователь интерфейса HART - USB (общепромышленный HART-модем с USB-интерфейсом, модель 010031МАСТек VIATOR);
Средства воспроизведения давления в диапазоне значений от минус 0,095 до 0,6 МПа	Пресс пневматический ручной «ЭЛЕМЕР-PRV-6»
Средства воспроизведения давления в диапазоне значений от 0 до 100 МПа	Система гидропневматическая «ЭЛЕМЕР-СПП-1000»
Конвертеры интерфейсов USB-UART/USART и персональный компьютер с установленным программным обеспечением «Датчик 415.exe» и соответствующими драйверами для подключения через СОМ-порт	
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.	

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на средства измерений.

6.2 Запрещается отсоединять поверяемый датчик от источника давления без предварительного сброса давления до атмосферного.

6.3 Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие внешнего вида датчиков описанию и изображению, приведенному в описании типа и наличие пломб на элементах и узлах, подлежащих опломбированию; наличие на корпусе датчиков таблички с маркировкой; отсутствие механических повреждений корпуса и штуцера (препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность и прочность соединения); четкость надписей и обозначений. Наличие клеммных колодок и (или) разъемов для внешних соединений, устройства для регулировки «нуля», клемм контроля выходного сигнала, а также наличие других устройств, предусмотренных технической документацией на датчик.

7.2 При соответствии результатов проверки внешнего вида датчиков или при оперативном устранении недостатков во внешнем виде, установленных при внешнем осмотре, поверку датчиков продолжают по операциям, указанным в таблице 1 настоящей методики поверки.

7.3 Датчики, не соответствующие требованиям пункта 7.1 и имеющие неустраняемые внешние недостатки, выявленные при осмотре, к дальнейшей поверке не допускаются.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 При поверке проводят контроль выполнения условий в соответствии с п. 3.1 настоящей методики.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверяют герметичность системы, работоспособность и герметичность датчика, функционирование устройства корректора «нуля».

8.2.2 Проверку герметичности системы для датчиков избыточного давления, разности давлений, разрежения с верхними пределами измерений менее 100 кПа и датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений более 250 кПа, проводят при значениях давления (разрежения), равных верхнему пределу измерений поверяемого датчика.

8.2.3 Проверку герметичности системы, предназначенной для датчиков давления-

разрежения, проводят при давлении, равном верхнему пределу измерений избыточного давления.

8.2.4 Проверку герметичности системы, предназначенной для датчиков разрежения с верхним пределом измерений 100 кПа, проводят при разрежении, равном 0,9-0,95 значения атмосферного давления.

8.2.5 Проверку герметичности системы, предназначенной для датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений 250 кПа и менее, проводят следующим образом: устанавливают в системе заведомо герметичный датчик или любое другое средство измерений абсолютного давления. Создают в системе абсолютное давление не более 0,07 кПа и поддерживают его в течение 2-х минут, после чего отключают устройство, создающее абсолютное давление, и эталонное СИ при необходимости (например, отключают колонки грузопоршневого манометра). После 2 минут выдержки изменение давления не должно превышать 0,5% верхнего предела измерений поверяемого датчика.

Примечание – проверку герметичности системы рекомендуется проводить при давлении (разрежении), соответствующем наибольшему давлению (разрежению) из ряда верхних пределов измерений поверяемых датчиков.

8.2.6 Измерительную систему считают герметичной, если после 2-х минут выдержки под давлением в соответствии с п.п.8.2.2-8.2.5, не наблюдают падения давления более чем на 0,5% верхнего предела измерений датчика.

8.2.7 Проверку герметичности датчика рекомендуется совмещать с операцией определения его основной погрешности. Проверка герметичности датчика аналогична проверке герметичности системы, но имеет следующие особенности:

- изменение давления (разрежения) определяют по изменению выходного сигнала или по изменению показаний цифрового индикатора поверяемого датчика, включенного в систему.

- в случае обнаружения негерметичности системы с установленным датчиком следует отдельно проверить герметичность системы и датчика.

8.2.8 Датчик признают герметичным, если в течение 2 минут выдержки под давлением не зафиксировано падение давления, превышающее 0,5% верхнего предела измерений поверяемого датчика.

Результат по данному пункту признают отрицательным, если зарегистрировано падение давления, величина которого превышает 0,5% верхнего предела измерений поверяемого датчика.

8.2.9 Проверка работоспособности датчика

Работоспособность датчика проверяют, изменяя давление, от нижнего до верхних предельных значений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и индикации на дополнительных выходных устройствах датчика.

Примечание – работоспособность датчиков давления-разрежения проверяют только при избыточном давлении; работоспособность датчиков разрежения с верхним пределом измерений 100 кПа проверяют при изменении разрежения до значения не менее 0,9 атмосферного давления.

8.2.10 Проверка функционирования корректора «нуля».

Проверку функционирования устройства корректора «нуля» выполняют следующим образом:

- 1) Задают любое значение измеряемой величины в пределах диапазона измерений, корректором «нуля» возвращают выходной сигнал (показания индикатора) к первоначальному значению.

- 2) Сбрасывают измеряемую величину и при атмосферном давлении на входе в датчик корректором «нуля» вновь устанавливают выходной сигнал (показания индикатора) в соответствие с исходными значениями.

8.2.11 Результаты опробования считаются положительными, если:

1. Была достигнута герметичность системы и герметичность поверяемого датчика
2. Наблюдается изменение выходного сигнала и(или) индикации на дополнительных выходных устройствах датчика.
3. Корректор «нуля» функционирует (устанавливает выходной сигнал и/или показания индикатора в соответствии с исходными данными).

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

9.1 Определение основной приведенной погрешности измерений

9.1.1 Основную приведенную погрешность измерений датчиков определяют по одному из способов:

1) По эталонному СИ на входе датчика устанавливают номинальные значения входного давления, а по другому эталонному СИ измеряют соответствующие значения выходного аналогового сигнала (тока или напряжения) или цифрового выходного сигнала, при этом к коммуникационному порту (интерфейсу) датчика подключают интерфейсный преобразователь, соответствующий используемому протоколу (HART, Modbus) для считывания данных.

2) В обоснованных случаях по эталонному СИ устанавливают номинальные значения выходного сигнала датчика, а по другому эталонному СИ измеряют соответствующие значение входного давления.

Примечания:

- 1) При проведении поверки датчиков показания индикатора (дисплея) не учитываются.
- 2) При проведении поверки датчиков с несколькими (совмещенными) выходными сигналами, соответствующими одной и той же входной измеряемой величине, погрешность определяется по аналоговому или цифровому сигналу.
- 3) Схемы включения датчиков для измерения выходного сигнала при проведении поверки по способам 1 и 2 приведены в приложении Б к настоящей методике
- 4) Эталонные средства измерений включают в схему в соответствии с их руководством по эксплуатации.

9.1.2 Расчетные значения выходного сигнала поверяемого датчика для заданного номинального значения входного давления определяют по следующим формулам:

– для датчиков с линейно возрастающей зависимостью выходного сигнала постоянного тока:

$$I_p = I_H + \frac{I_B - I_H}{P_B - P_H} \cdot (P - P_H), \quad (2)$$

где I_p – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока, мА;

I_H и I_B – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала постоянного тока датчика, мА;

P – номинальное значение входной измеряемой величины (для датчиков давления-разрежения значение в области разрежения подставляется в формулу со знаком минус);

P_B – верхний предел измерений поверяемого датчика;

P_H – нижний предел измерений поверяемого датчика (для датчиков давления-разрежения значение в области разрежения подставляется в формулу со знаком минус);

– для датчиков с линейно возрастающей зависимостью выходного сигнала постоянного напряжения:

$$U_p = U_H + \frac{U_B - U_H}{P_B - P_H} \cdot (P - P_H) \quad (3)$$

где U_p – расчетное значение выходного сигнала постоянного напряжения, мВ;

U_B и U_H – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала постоянного напряжения датчика, мВ;

– для датчиков с линейно убывающей зависимостью выходного сигнала постоянного тока:

$$I_p = I_H - \frac{I_B - I_H}{P_B - P_H} \cdot (P - P_H) \quad (4)$$

– для датчиков с линейно убывающей зависимостью выходного сигнала постоянного напряжения:

$$U_p = U_H - \frac{U_B - U_H}{P_B - P_H} \cdot (P - P_H) \quad (5)$$

– для датчиков с выходным сигналом постоянного тока и функцией преобразования входной измеряемой величины по закону квадратного корня:

$$I_p = I_H + (I_B - I_H) \cdot \sqrt{\frac{P}{P_B}} \quad (6)$$

– для датчиков с выходным сигналом постоянного напряжения и функцией преобразования входной измеряемой величины по закону квадратного корня:

$$U_p = U_H + (U_B - U_H) \cdot \sqrt{\frac{P}{P_B}} \quad (7)$$

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

$$U_{пр} = R_{эт} \cdot I_p, \quad (8)$$

где $U_{пр}$ — расчетное значение падения напряжения на эталонном сопротивлении $R_{эт}$ — значение эталонного сопротивления, Ом;

– для датчиков с выходным информационным сигналом в цифровом формате:

а) с линейно возрастающей функцией преобразования:

$$N_p = N_0 + \frac{N_m - N_0}{P_B - P_H} (P - P_H), \quad (9)$$

где N_p — расчетное значение выходного сигнала в цифровом формате;

N_m, N_0 — соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала датчика в цифровом формате;

б) с линейно убывающей функцией преобразования:

$$N_p = N_m - \frac{N_m - N_0}{P_B - P_H} (P - P_H) \quad (10)$$

в) с функцией преобразования по закону квадратного корня:

$$N_p = N_0 + (N_m - N_0) \cdot \sqrt{\frac{P}{P_B}} \quad (11)$$

Примечание — перед определением основной погрешности соблюдают требования п.3.1-3.9 и, при необходимости, корректируют значения выходного сигнала, соответствующие нижнему и верхнему предельным значениям измеряемого давления. Корректировку выполняют после подачи и сброса давления в пределах 50-100% от верхнего предела измерений датчика.

Установку выходного сигнала выполняют с максимальной точностью, обеспечиваемой устройством корректора датчика и разрешающей способностью эталонных СИ. Погрешность установки «нуля» (без учета погрешности эталонных СИ) не должна превышать 0,2-0,3 предела допускаемой основной погрешности поверяемого датчика.

9.1.3 Основную погрешность определяют при 5 значениях, равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемого давления, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям. Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 30% диапазона измерений.

Основную погрешность определяют, как при подаче (увеличении) давления (прямой ход), так и при сбросе (уменьшении) давления (обратный ход). Перед определением погрешности при обратном ходе датчик выдерживают в течение 1 минуты при верхнем предельном значении измеряемого давления. Датчики давления-разрежения допускается выдерживать только при верхнем пределе измерений в области избыточного давления.

Примечание – при поверке датчиков с верхним пределом измерений в области разрежения, равном 100 кПа допускается устанавливать максимальное значение разрежения в пределах 0,90-0,95 от атмосферного давления (P_a).

При поверке датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа и выше основную погрешность определяют по п. 9.1.4 с соблюдением условий, изложенных в п.п. 9.1.1, 9.1.3.

9.1.4 Определение основной погрешности датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа (допускается 0,1 МПа) и выше допускается проводить с использованием эталонных СИ разрежения и избыточного давления. В этом случае поверка выполняется 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 датчика с линейно возрастающей функцией преобразования определяют по формулам:

– для датчиков с токовым выходным сигналом:

$$I_p = I_H + (I_B - I_H) \cdot \frac{P_a + P_{(\pm)}}{P_{B(a)}} \quad (12)$$

– для датчиков с выходным сигналом постоянного напряжения:

$$U_p = U_H + (U_B - U_H) \cdot \frac{P_a + P_{(\pm)}}{P_{B(a)}} \quad (13)$$

– для датчиков с выходным сигналом в цифровом формате:

$$N_p = N_0 + (N_m - N_0) \cdot \frac{P_a + P_{(\pm)}}{P_{B(a)}}, \quad (14)$$

где P_a – атмосферное давление в помещении, где проводят поверку (по барометру), кПа; МПа;

$P_{B(a)}$ – верхний предел измерений датчика абсолютного давления, кПа; МПа;

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

$P_{(-)}$ – разрежение, создаваемое в датчике (подставляют в формулы со знаком минус), кПа; МПа;

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

$$P_{(-)} = (0,90 \dots 0,95) \cdot P_a \quad (15)$$

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

– для датчиков с выходным сигналом постоянного тока:

$$I_p = I_H + (I_B - I_H) \cdot \frac{P_a}{P_{B(a)}} \quad (16)$$

– для датчиков с выходным сигналом постоянного напряжения:

$$U_p = U_H + (U_B - U_H) \cdot \frac{P_a}{P_{B(a)}} \quad (17)$$

– для датчиков с выходным сигналом в цифровом формате:

$$N_p = N_H + (N_B - N_H) \cdot \frac{P_a}{P_{B(a)}} \quad (18)$$

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

$$P_{m(+)} = P_{B(a)} - P_a, \quad (19)$$

Перед проведением поверки корректором «нуля» датчика устанавливают выходной сигнал на расчетное значение, соответствующее разрежению $P_{(-)}$ указанному в пределах (15) или выставляют начальный выходной сигнал, подавая на вход датчика вакуум не более 20 Па. Расчетное значение выходного сигнала определяют по формулам (12-14).

Допускается устанавливать выходной сигнал на расчетное значение, определяемое по формулам (16-18) при атмосферном давлении.

9.1.5 Основную приведенную погрешность вычисляют по приведенным ниже формулам:

– при поверке датчиков по способу 1 (п. 9.1.1):

$$\gamma = \frac{I - I_p}{I_m - I_o} \cdot 100, \% \quad (20)$$

$$\gamma = \frac{U - U_p}{U_m - U_o} \cdot 100, \% \quad (21)$$

$$\gamma = \frac{N - N_p}{N_m - N_o} \cdot 100, \% \quad (22)$$

где I , мА – значение выходного сигнала постоянного тока, полученное экспериментально;

U – значение падения напряжения на эталонном сопротивлении или значение выходного сигнала датчика, полученное экспериментально, мВ; В;

N – значение выходного сигнала датчика в цифровом формате, полученное экспериментально.

– при поверке датчиков по способу 2 (п. 9.1.1):

$$\gamma = \frac{P - P_{ном}}{P_B - P_H} \cdot 100, \% \quad (23)$$

$$\gamma(ДД) = \frac{P - P_{ном}}{2 \cdot P_B} \cdot 100, \% \quad (24)$$

где P – значение выходного давления, полученное экспериментально, кПа, МПа;

$P_{ном}$ – номинальное значение измеряемого давления, кПа, МПа;

$\gamma(ДД)$ – основная приведенная к удвоенному значению верхнего предела датчика (для датчиков ДД - разности давлений)

10. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Результат поверки датчиков считают положительным, если на всех поверяемых точках основная приведенная погрешность измерений не превышает предела ее допускаемого значения, указанного в приложении А настоящей методики.

10.2 Результат поверки датчиков считают отрицательным, если хотя бы в одной поверяемой точке основная приведенная погрешность измерений превышает предела ее допускаемого значения, указанного в приложении А настоящей методики.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки в свободной форме.

11.2 Сведения о результатах поверки датчиков передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 При положительных результатах поверки датчик признают пригодным для

эксплуатации, оформляют по заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, свидетельство о поверке СИ и передают сведения в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.4 При отрицательных результатах поверки датчик признают непригодным для эксплуатации, выписывают извещение о непригодности и передают сведения в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.5 В целях предотвращения доступа к узлам настройки (регулировки) средств измерений в местах, предусмотренных их конструкцией, по завершении поверки аккредитованным на поверку лицом, устанавливаются пломбы в соответствии с описанием типа, содержащие изображение знака поверки.

Ведущий инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

Е.С. Марчук

Инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

М.С. Краснорепов

Приложение А

(обязательное)

Метрологические характеристики средства измерений

Таблица А.1 – Метрологические характеристики датчиков

Наименование характеристики	Значение
Верхние пределы измерений для датчиков абсолютного давления: 415М-ДА, 415М-ДА-Ех, 415М-ДА-Вн – моделей 5033 ^{2,3)} ; 7033 ²⁾ ; 8033 ²⁾ ; 8038 ²⁾ , кПа – моделей 5043 ^{2,3)} ; 7043 ²⁾ ; 8043 ²⁾ ; 8048 ²⁾ , кПа – моделей 5053 ^{2,3)} ; 7053 ²⁾ ; 8053 ²⁾ ; 8058 ²⁾ , кПа – моделей 5063 ^{2,3)} ; 7063 ²⁾ ; 8063 ²⁾ ; 8068 ²⁾ , МПа	100 ¹⁾ ; 60; 40; 25; 16; 10; 6,0; 4,0 250 ¹⁾ ; 160; 100; 60; 40; 25; 16; 10 600 ¹⁾ ; 400; 250; 160; 100; 60; 40; 25 2,5 ¹⁾ ; 1,6; 1,0; 0,6; 0,4; 0,25; 0,16; 0,1
Нижний предел измерений для датчиков абсолютного давления: 415М-ДА, 415М-ДА-Ех, 415М-ДА-Вн (для всех моделей), кПа	0
Верхние пределы измерений для датчиков избыточного давления: 415М-ДИ, 415М-ДИ-Ех, 415М-ДИ-Вн – моделей 5103; 7103; 8103, кПа – моделей 5103-1; 7103-1; 8103-1; 5104 ^{2,3)} ; 5105 ^{2,3)} , кПа – моделей 5113; 7113; 8113, кПа – моделей 5123 ²⁾ ; 7123 ²⁾ ; 8123; 8128; 5124 ^{2,3)} ; 5125 ^{2,3)} ; 8125, кПа – моделей 5133 ^{2,3)} ; 7133 ²⁾ ; 8133 ²⁾ ; 8138 ²⁾ ; 5134 ^{2,3)} ; 5135 ^{2,3)} ; 8135 ²⁾ , кПа – моделей 5143 ^{2,3)} ; 7143 ²⁾ ; 8143 ²⁾ ; 8148 ²⁾ , кПа – моделей 5143-1 ^{2,3)} ; 7143-1 ²⁾ ; 8143-1 ²⁾ ; 8148-1 ²⁾ , 5144 ^{2,3)} ; 5145 ^{2,3)} ; 8145 ²⁾ , кПа – моделей 5153 ^{2,3)} ; 5157 ³⁾ ; 7153 ²⁾ ; 7157 ²⁾ ; 8153 ²⁾ ; 8157 ²⁾ ; 8158 ²⁾ , кПа – моделей 5163 ^{2,3)} ; 5167 ³⁾ ; 7163 ²⁾ ; 7167 ²⁾ ; 8163 ²⁾ ; 8167 ²⁾ ; 8168 ²⁾ ; 5164 ^{2,3)} ; 5165 ^{2,3)} ; 8165 ²⁾ , МПа – моделей 5163-1 ^{2,3)} ; 5167-1 ³⁾ ; 7163-1 ²⁾ ; 7167-1 ²⁾ ; 8163-1 ²⁾ ; 8167-1 ²⁾ ; 8168-1 ²⁾ , МПа – моделей 5173 ^{2,3)} ; 5177 ³⁾ ; 7173 ²⁾ ; 7177 ²⁾ ; 8173 ²⁾ ; 8177 ²⁾ ; 8178 ²⁾ , МПа – моделей 5183 ³⁾ ; 5187 ³⁾ ; 7183; 7187; 8183; 8187; 8188, МПа – моделей 5193 ³⁾ ; 5197 ³⁾ ; 7193; 7197; 8193; 8197; 8198, МПа – моделей 5193-1 ³⁾ ; 7193-1; 8193-1; 8198-1, МПа	0,25 ¹⁾ ; 0,16; 0,10; 0,06 1,0 ¹⁾ ; 0,6; 0,4; 0,25; 0,16; 0,10; 0,06 4,0 ¹⁾ ; 2,5; 1,6; 1,0; 0,60; 0,40; 0,25; 0,16 10,0 ¹⁾ ; 6,0; 4,0; 2,5; 1,6; 1,0; 0,60; 0,40 40 ¹⁾ ; 25; 16; 10; 6,0; 4,0; 2,5; 1,6 100 ¹⁾ ; 60; 40; 25; 16; 10; 6,0; 4,0 250 ¹⁾ ; 160; 100; 60; 40; 25; 16; 10 600 ¹⁾ ; 400; 250; 160; 100; 60; 40; 25 2,5 ¹⁾ ; 1,6; 1,0; 0,6; 0,4; 0,25; 0,16; 0,1 6,0 ¹⁾ ; 4,0; 2,5; 1,6; 1,0; 0,6; 0,4; 0,25 16 ¹⁾ ; 10; 6,0; 4,0; 2,5; 1,6; 1,0; 0,6 40 ¹⁾ ; 25; 16; 10; 6,0; 4,0; 2,5; 1,6 100 ¹⁾ ; 60; 40; 25; 16; 10; 6,0; 4,0 250 ¹⁾ ; 160; 100; 60; 40; 25; 16; 10
Нижний предел измерений для датчиков избыточного давления: 415М-ДИ, 415М-ДИ-Ех, 415М-ДИ-Вн (для всех моделей), кПа	0
Верхние пределы измерений разрежения для датчиков разрежения: 415М-ДВ, 415М-ДВ-Ех, 415М-ДВ-Вн – моделей 5203; 7203; 8203, кПа – моделей 5203-1; 7203-1; 8203-1; 5204 ³⁾ ; 5205 ³⁾ , кПа – моделей 5213; 7213; 8213, кПа	0,25 ¹⁾ ; 0,16; 0,10; 0,06 1,0 ¹⁾ ; 0,6; 0,4; 0,25; 0,16; 0,10; 0,06 4,0 ¹⁾ ; 2,5; 1,6; 1,0; 0,60; 0,40; 0,25; 0,16

Продолжение таблицы А.1

Наименование характеристики	Значение
– моделей 5223; 7223; 8223; 8228; 5224 ³⁾ ; 5225 ³⁾ ; 8225, кПа	10,0 ¹⁾ ; 6,0; 4,0; 2,5; 1,6; 1,0; 0,60; 0,40
– моделей 5233; 7233; 8233; 8238; 5234 ³⁾ ; 5235 ³⁾ ; 8235, кПа	40 ¹⁾ ; 25; 16; 10; 6,0; 4,0; 2,5; 1,6
– моделей 5243; 7243; 8243; 8248; 5244 ³⁾ ; 5245 ³⁾ ; 8245, кПа	100 ¹⁾ ; 60; 40; 25; 16; 10; 6,0; 4,0
Нижний предел измерений для датчиков разрежения: 415М-ДВ, 415М-ДВ-Ех, 415-ДВ-Вн (для всех моделей), кПа	0
Диапазоны измерений для датчиков давления-разрежения: 415М-ДИВ, 415М-ДИВ-Ех, 415М-ДИВ-Вн – моделей 5303; 7303; 8303, кПа – моделей 5313; 7313; 8313; 5314 ³⁾ ; 5315 ³⁾ , кПа – моделей 5323; 7323; 8323; 8328; 5324 ³⁾ ; 5325 ³⁾ ; 8325, кПа – моделей 5333; 7333; 8333; 8338; 5334 ³⁾ ; 5335 ³⁾ ; 8335, кПа – моделей 5343; 7343; 8343; 8348; 5344 ³⁾ ; 5345 ³⁾ ; 8345, кПа	от -0,2 до 0,2 ¹⁾ ; от -0,125 до 0,125; от -0,08 до 0,08; от -0,05 до 0,05 от -1,25 до 1,25 ¹⁾ ; от -0,8 до 0,8; от -0,5 до 0,5; от -0,3 до 0,3; от -0,2 до 0,2; от -0,125 до 0,125; от -0,08 до 0,08; от -0,05 до 0,05 от -5,0 до 5,0 ¹⁾ ; от -3,0 до 3,0; от -2,0 до 2,0; от -1,25 до 1,25; от -0,8 до 0,8; от -0,5 до 0,5; от -0,3 до 0,3; от -0,2 до 0,2 от -20,0 до 20,0 ¹⁾ ; от -12,5 до 12,5; от -8,0 до 8,0; от -5,0 до 5,0; от -3,0 до 3,0; от -2,0 до 2,0; от -1,25 до 1,25; от -0,8 до 0,8 от -100 до 150 ¹⁾ ; от -100,0 до 60,0; от -50,0 до 50,0; от -30,0 до 30,0; от -20,0 до 20; от -12,5 до 12,5; от -8,0 до 8,0; от -5,0 до 5,0

Продолжение таблицы А.1

Наименование характеристики	Значение
– моделей 5353 ³⁾ ; 7353; 8353; 8358, МПа	от -0,1 до 0,5 ¹⁾ ; от -0,1 до 0,3; от -0,1 до 0,15; от -0,1 до 0,06; от -0,05 до 0,05; от -0,03 до 0,03; от -0,02 до 0,02; от -0,0125 до 0,0125
– моделей 5363 ³⁾ ; 5367 ³⁾ ; 7363; 7367; 8363; 8367; 8368, 5364 ^{2,3)} ; 5365 ^{2,3)} ; 8365 МПа	от -0,1 до 2,4 ¹⁾ ; от -0,1 до 1,5; от -0,1 до 0,9; от -0,1 до 0,5; от -0,1 до 0,3; от -0,1 до 0,15; от -0,1 до 0,06; от -0,05 до 0,05
Верхние пределы измерений для датчиков разности давлений: 415М-ДД, 415М-ДД-Ех, 415М-ДД-Вн – моделей 5401; 5402; 7402; 8402, кПа – моделей 5401-1; 5402-1; 7402-1; 8402-1, кПа – моделей 5414 ³⁾ ; 7414; 8414, кПа – моделей 5411; 5412; 7412; 8412, кПа – моделей 5424 ³⁾ ; 7424; 8424; 5422; 7422; 8422; кПа – моделей 5434 ³⁾ ; 7434; 8434; 5432; 7432, кПа – моделей 5444 ³⁾ ; 7444; 8444, кПа – моделей 5454 ³⁾ ; 7464; 8464, МПа	0,25 ¹⁾ ; 0,16; 0,10; 0,06 1,0 ¹⁾ ; 0,6; 0,4; 0,25; 0,16; 0,10; 0,06 1,6 ¹⁾ ; 1,0; 0,6; 0,4; 0,25; 0,16; 0,10; 0,06 4,0 ¹⁾ ; 2,5; 1,6; 1,0; 0,60; 0,40; 0,25; 0,16 10,0 ¹⁾ ; 6,0; 4,0; 2,5; 1,6; 1,0; 0,60; 0,40 40 ¹⁾ ; 25; 16; 10; 6,0; 4,0; 2,5; 1,6 250 ¹⁾ ; 160; 100; 60; 40; 25; 16; 10 2,5 ¹⁾ ; 1,6; 1,0; 0,6; 0,4; 0,25; 0,16; 0,1
Нижний предел измерений для датчиков разности давлений: 415М-ДД, 415М-ДД-Ех, 415М-ДД-Вн (для всех моделей), кПа	0
Верхние пределы измерений для датчиков гидростатического давления ⁵⁾ : 415М-ДГ, 415М-ДГ-Ех, 415М-ДГ-Вн – моделей 5526; 7526; 8526, м вод.ст – моделей 5535 ³⁾ ; 7535; 8535; 5536; 7536; 8536, м вод.ст – моделей 5546; 7546; 8546, м вод.ст – моделей 5545 ³⁾ ; 7545; 8545; 5546-1; 7546-1; 8546-1, м вод.ст – моделей 5556; 7556; 8556, м вод.ст – моделей 5565 ³⁾ ; 7565; 8565; 5566; 7566; 8566, м вод.ст	1,0 ¹⁾ ; 0,6; 0,4; 0,25; 0,16; 0,10; 0,06 4,0 ¹⁾ ; 2,5; 1,6; 1,0; 0,60; 0,40; 0,25; 0,16 10,0 ¹⁾ ; 6,0; 4,0; 2,5; 1,6; 1,0; 0,60; 0,40 25 ¹⁾ ; 16; 10; 6; 4; 2,5; 1,6; 1,0 60 ¹⁾ ; 40; 25; 16; 10; 6; 4; 2,5 250 ¹⁾ ; 160; 100; 60; 40; 25; 16; 10
Нижний предел измерений для датчиков гидростатического давления ⁵⁾ : 415М-ДГ, 415М-ДГ-Ех, 415М-ДГ-Вн (для всех моделей), кПа	0

Продолжение таблицы А.1

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемых основных приведенных (к диапазону измерений) погрешностей датчиков с линейной функцией преобразования, γ_L для 415М-ДА, 415М-ДА-Ех, 415М-ДА-Вн – с верхним пределом измерений от 4 до 6 кПа, % ⁴⁾ – с верхним пределом измерений от 10 до 16 кПа, % ⁴⁾	$\pm 1,0$ от $\pm 0,5$ до $\pm 1,0$
– с верхним пределом измерений от 25 до 40 кПа, % ⁴⁾ – с верхним пределом измерений от 60 до 100 кПа, % ⁴⁾ – с верхним пределом измерений от 160 кПа до 250 МПа, % ⁴⁾	от $\pm 0,25$ до $\pm 1,00$ от $\pm 0,15$ до $\pm 1,00$ от $\pm 0,075$ до $\pm 1,000$
Пределы допускаемых основных приведенных (к диапазону измерений) ⁶⁾ погрешностей датчиков с линейной функцией преобразования, γ_L для 415М-ДИ; 415М-ДИ-Ех; 415М-ДИ-Вн; 415М-ДВ; 415М-ДВ-Ех; 415М-ДВ-Вн; 415М-ДИВ; 415М-ДИВ-Ех; 415М-ДИВ-Вн; 415М-ДД; 415М-ДД-Ех; 415М-ДД-Вн – с верхним пределом измерений от 0,06 до 0,16 кПа, % ⁴⁾ – с верхним пределом измерений от 0,25 до 0,4 кПа, % ⁴⁾ – с верхним пределом измерений от 0,6 до 2,5 кПа, % ⁴⁾ – с верхним пределом измерений от 4 до 6 кПа, % ⁴⁾ – с верхним пределом измерений от 10 до 16 кПа, % ⁴⁾ – с верхним пределом измерений от 25 до 40 кПа, % ⁴⁾ – с верхним пределом измерений от 60 до 100 кПа, % ⁴⁾ – с верхним пределом измерений от 160 кПа до 250 МПа, % ⁴⁾	от $\pm 0,5$ до $\pm 1,0$ от $\pm 0,25$ до $\pm 1,00$ от $\pm 0,1$ до $\pm 1,0$ от $\pm 0,075$ до $\pm 1,000$ от $\pm 0,075$ до $\pm 1,000$ от $\pm 0,075$ до $\pm 1,000$ от $\pm 0,075$ до $\pm 1,000$ от $\pm 0,075$ до $\pm 1,000$
Пределы допускаемых основных приведенных (к диапазону измерений) погрешностей датчиков с линейной функцией преобразования, γ_L для 415М-ДГ, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемых основных приведенных (к диапазону измерений) ⁶⁾ погрешностей для датчиков с корнеизвлекающей функцией преобразования (для датчиков всех моделей), γ_K , % – при изменении входного сигнала от 0% до 2 % – при изменении выходного сигнала от 2 % до 100 %	$2 \cdot \gamma_L$ $\gamma_K = \gamma_L$

Продолжение таблицы А.1

Наименование характеристики	Значение
Пределы дополнительной приведенной (к диапазону измерений) ⁶⁾ погрешности γ_t , вызванной изменением температуры (от +15 до +25 °С) окружающей среды на каждые 10 °С, % ⁴⁾	$\pm 0,075$ (при $\pm 0,075 \leq \gamma < \pm 0,100$) $\pm 0,10$ (при $\pm 0,10 \leq \gamma < \pm 0,15$) $\pm 0,15$ (при $\pm 0,15 \leq \gamma < \pm 0,20$) $\pm 0,25$ (при $\pm 0,25 \leq \gamma < \pm 0,50$) $\pm 0,45$ (при $\pm 0,50 \leq \gamma < \pm 1,00$) $\pm 0,60$ (при $\gamma = \pm 1,0$)
¹⁾ Максимальный верхний предел измерений P_{max} (1 ^й предел) для указанных моделей. Датчики (в зависимости от модели) имеют до 8 пределов (кроме датчиков моделей 8XX8, они имеют один предел, выбираемый из первых четырех). Допускается по согласованию с заказчиком поставлять датчики, на меньшее количество пределов измерений, при этом в паспорте должна быть отметка о количестве пределов измерений. ²⁾ Модели имеющие кислородное исполнение. На корпусе датчиков кислородного исполнения 415М-К должна крепиться этикетка с предупредительной надписью: «КИСЛОРОД! ОПАСНО!» ³⁾ Модели имеющие взрывозащищенное исполнение «-Вн» и «-Ех» (остальные только «-Ех») ⁴⁾ Фактические значения погрешности на пределах датчиков указаны в паспорте ⁵⁾ Для датчиков ДГ – [1 м вод.ст = 9806,65 Па] в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 31.10.2009 г. № 879. Значение диапазона (кПа) с пределами датчика указаны в паспорте. ⁶⁾ Для датчиков ДД погрешность измерений приводится к удвоенному значению верхнего предела датчика.	
Примечание – Модели 5197 и 8197 изготавливаются с верхним пределом измерений до 60 МПа; Для аналоговых датчиков моделей 80X8÷83X8 значения γ из диапазона: от $\pm 0,15$ до $\pm 1,0\%$;	

Приложение Б

Схемы подключения внешних электрических цепей и регулировки датчиков

Введены следующие обозначения:

G – блок питания;

КП – контрольный прибор аналогового выходного сигнала;

ПК – персональный компьютер;

ПИ – преобразователь соответствующего интерфейса;

Би1, Би2 – барьеры искрозащиты для подключения датчиков 415М-Ех (указаны зоны установки);

Rc – согласующие резисторы 120 Ом

Схемы подсоединения внешних электрических цепей датчиков моделей 7XXX, 8XXX и 8XX8 общепромышленного исполнения

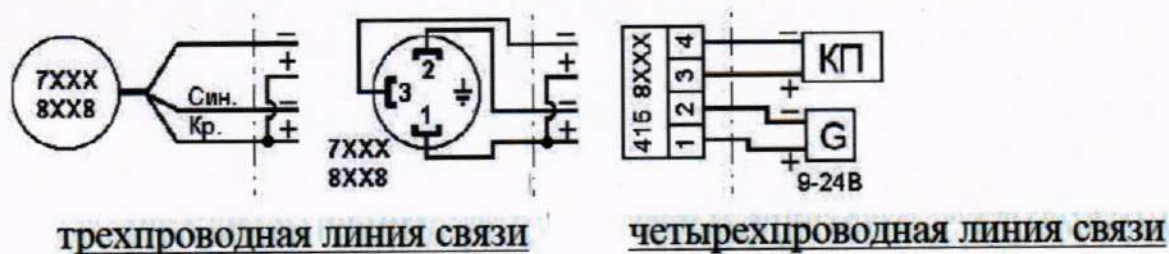


Рисунок Б.1 Выходной сигнал 0-5 мА

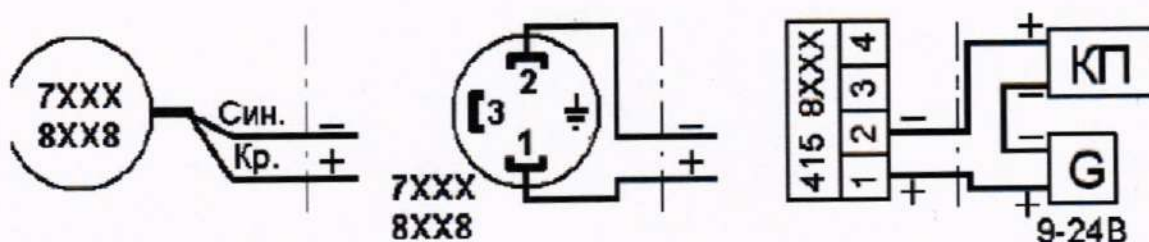


Рисунок Б.2 Выходной сигнал 4-20 мА

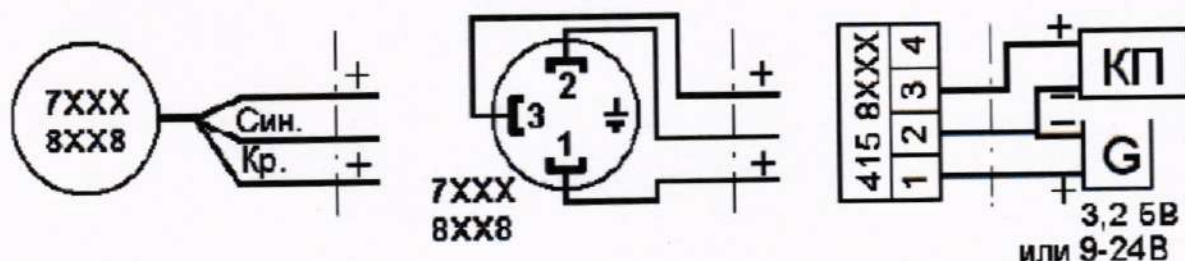


Рисунок Б.3 Выходной сигнал 0,4-2 В

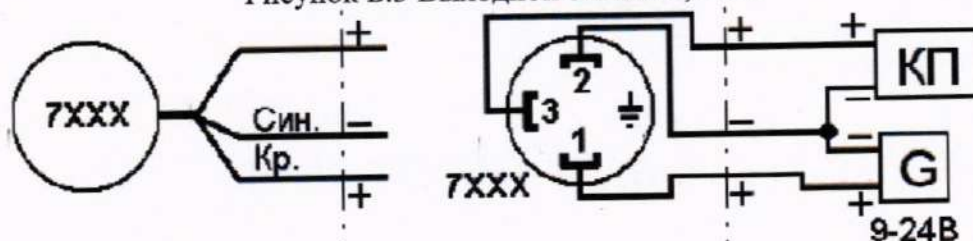


Рисунок Б.4 Выходной сигнал 0-5 В

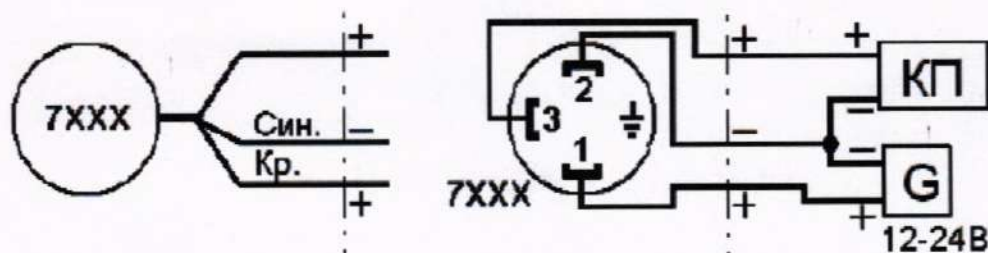


Рисунок Б.5 Выходной сигнал 0-10 В



Рисунок Б.6 Выходной сигнал RS485



Рисунок Б.7 Выходной сигнал USART

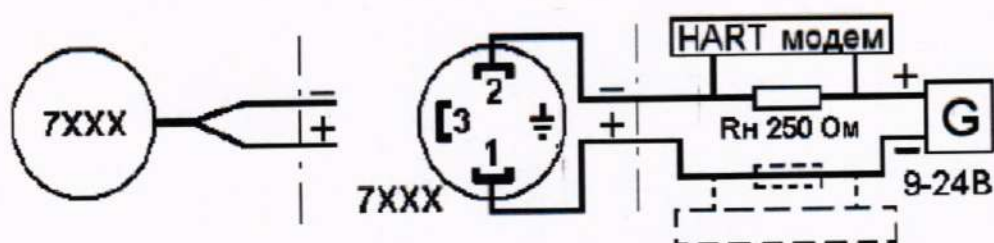


Рисунок Б.8 Выходной сигнал HART

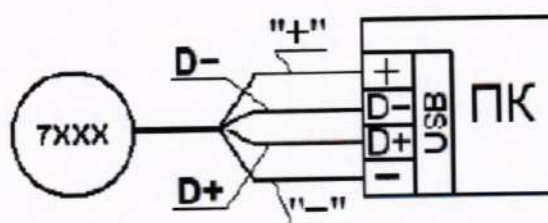


Рисунок Б.9 Выходной сигнал USB

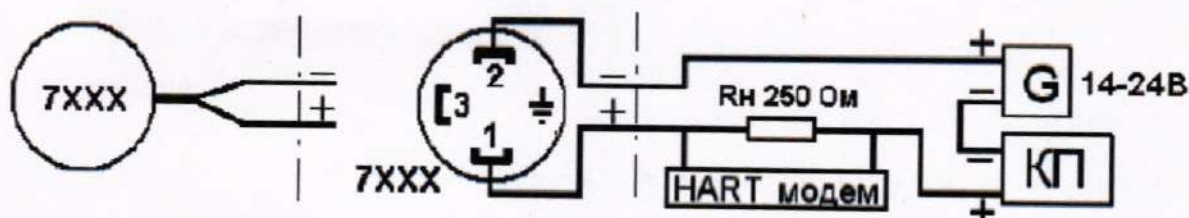


Рисунок Б.10 Выходные сигналы 4-20 мА и HART

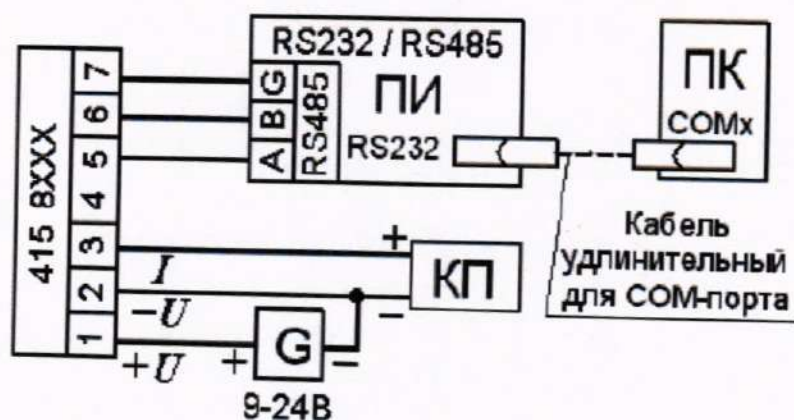


Рисунок Б.11 Выходные сигналы 4-20мА и RS485

Схемы подключения внешних электрических цепей датчиков моделей 7XXX, 8XXX и 8XX8 взрывозащищенного исполнения -Ex с барьером искрозащиты

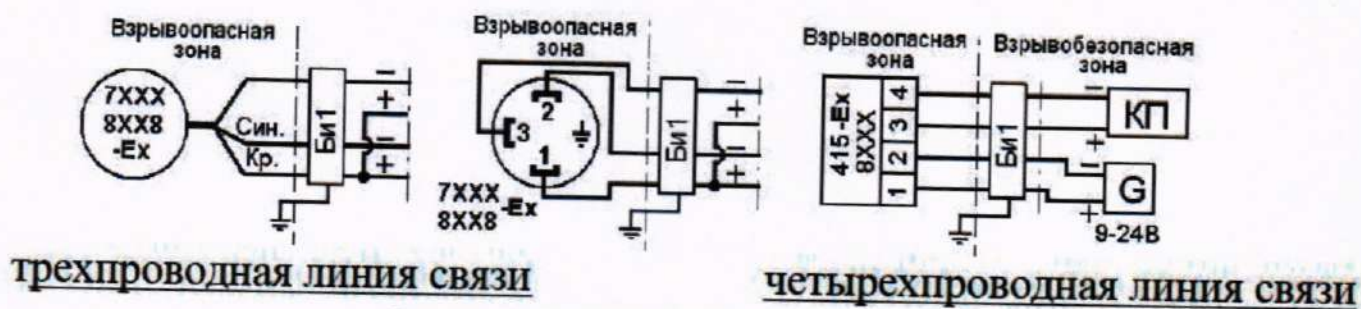


Рисунок Б.12 Выходной сигнал 0-5 мА

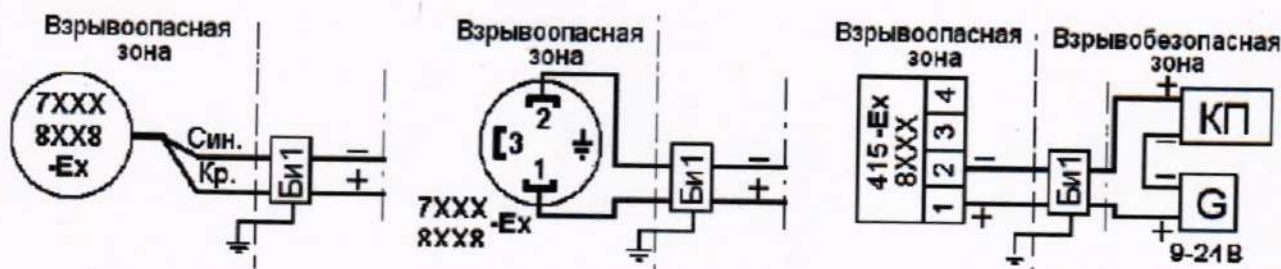


Рисунок Б.13 Выходной сигнал 4-20 мА

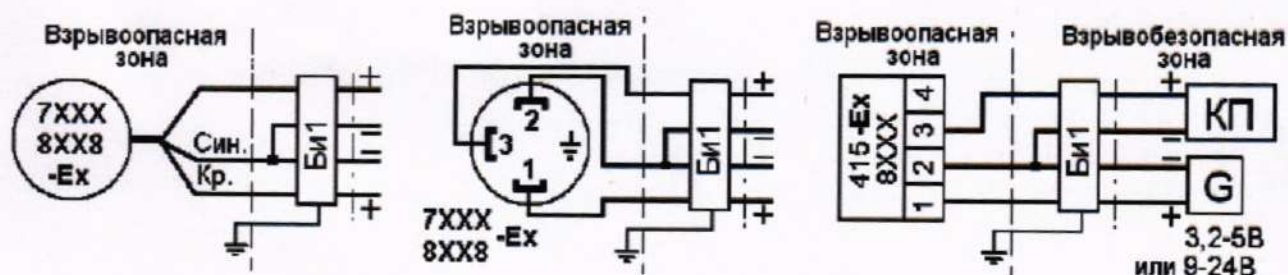


Рисунок Б.14 Выходной сигнал 0,4-2 В

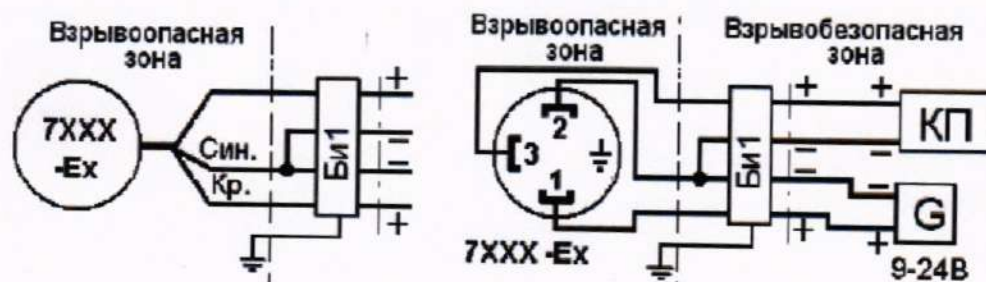


Рисунок Б.15 Выходной сигнал 0-5 В

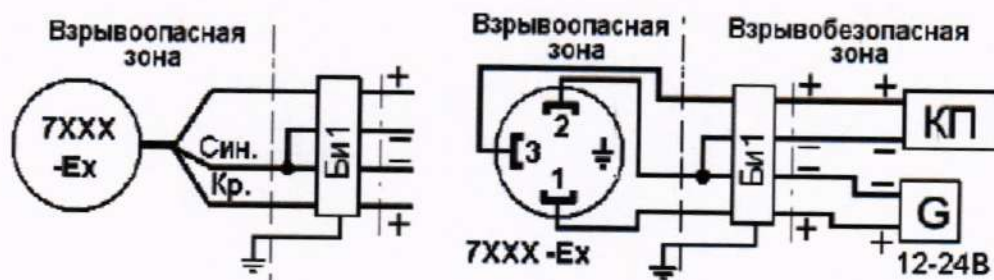


Рисунок Б.16 Выходной сигнал 0-10 В

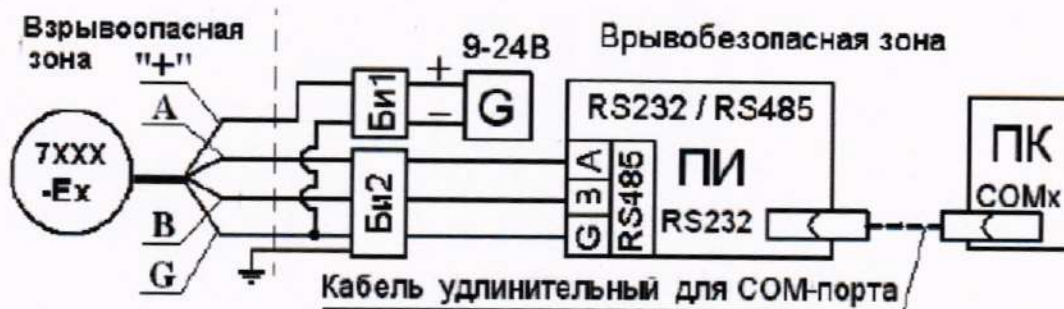


Рисунок Б.17 Выходной сигнал RS485

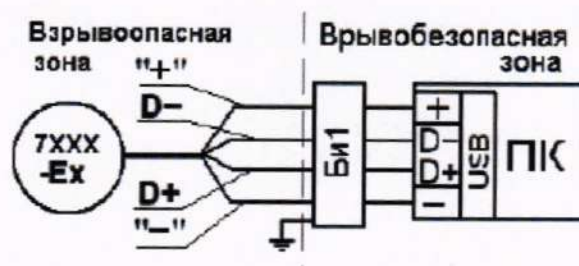


Рисунок Б.18 Выходной сигнал USB



Рисунок Б.19 Выходной сигнал USART

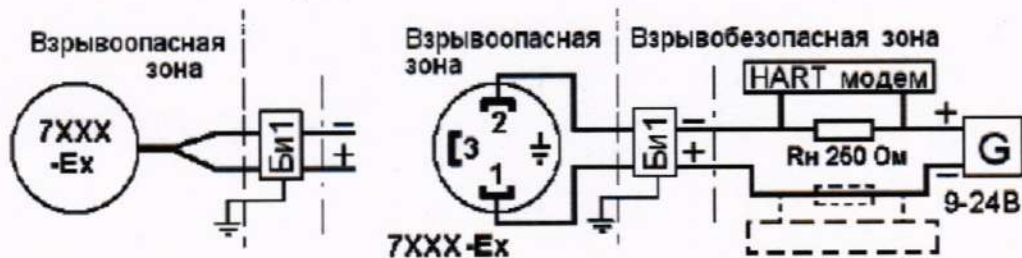


Рисунок Б.20 Выходной сигнал HART

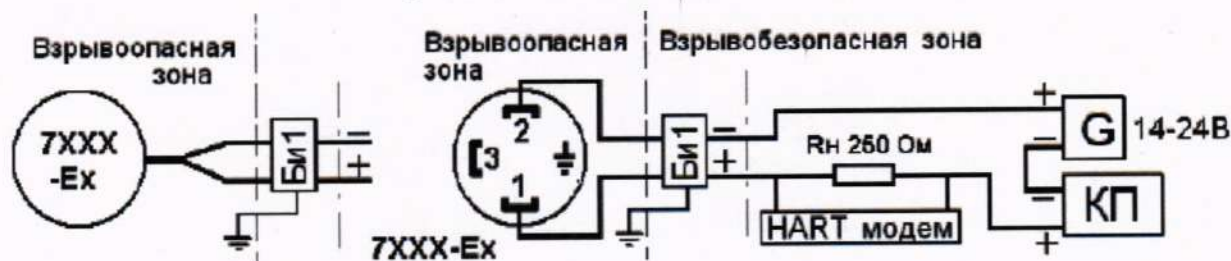


Рисунок Б.21 Выходные сигналы 4-20 мА и HART

Схемы подключения внешних электрических цепей датчиков 415М и 415М-Вн моделей 5XXX

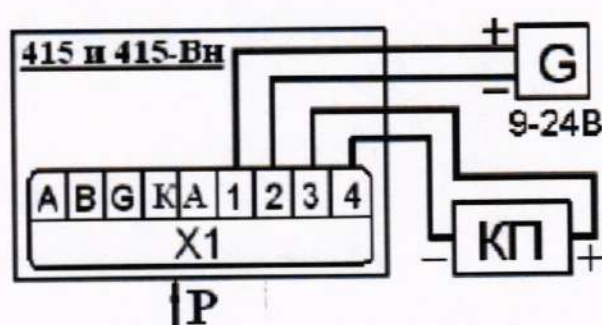


Рисунок Б.22 Выходной сигнал 0-5 мА

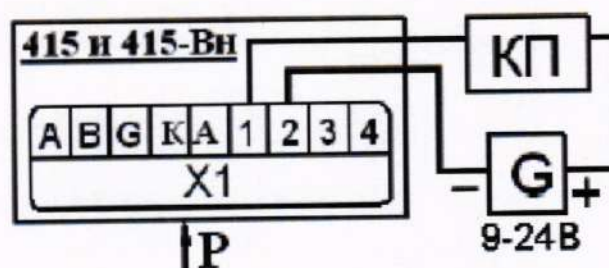


Рисунок Б.23 Выходной сигнал 4-20 мА

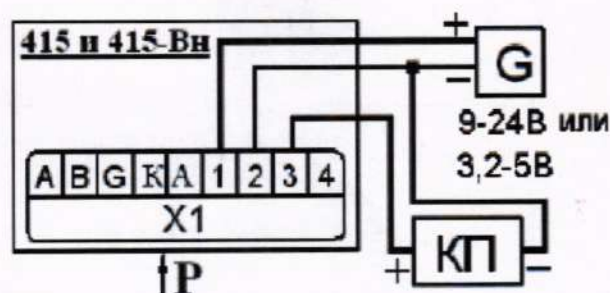


Рисунок Б.24 Выходной сигнал 0,4-2 В

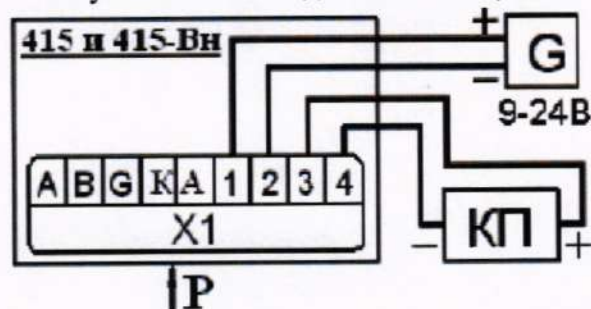


Рисунок Б.25 Выходной сигнал 0-5 В

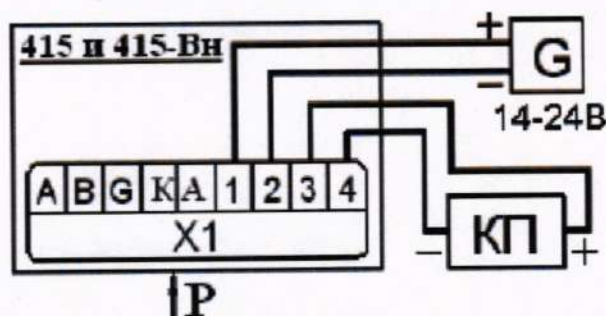


Рисунок Б.26 Выходной сигнал 0-10 В

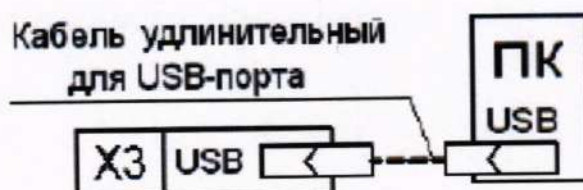


Рисунок Б.27 Выходной сигнал USB

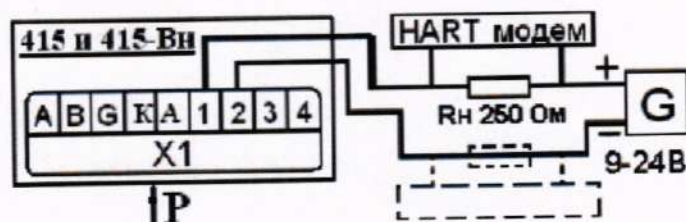


Рисунок Б.28 Выходной сигнал HART

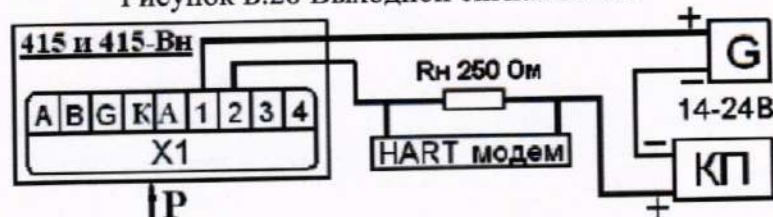


Рисунок Б.29 Выходные сигналы - 4-20 и HART

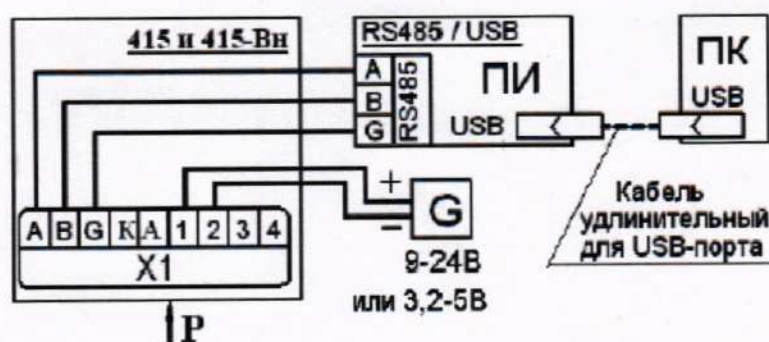


Рисунок Б.30 Выходной сигнал RS485 (с адаптером RS485 / USB – USB)

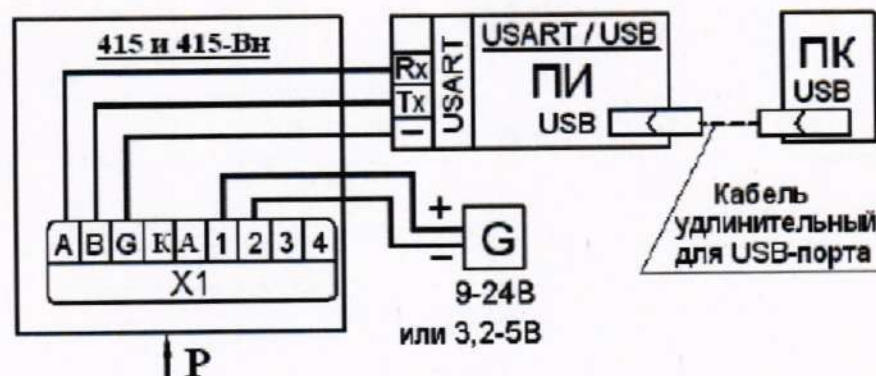


Рисунок Б.31 Выходной сигнал USART (с адаптером USART / USB – USB)

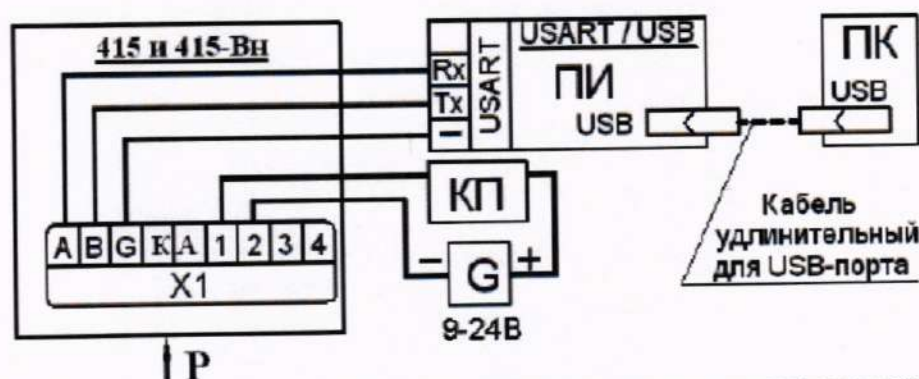


Рисунок Б.32 Выходные сигналы 4-20 мА и USART (с адаптером USART / USB – USB)

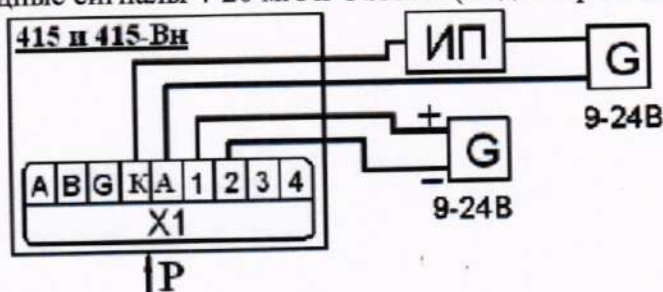


Рисунок Б.33 Выходной сигнал – реле

Схемы подключения внешних электрических цепей датчиков 415М-Ex моделей 5XXX

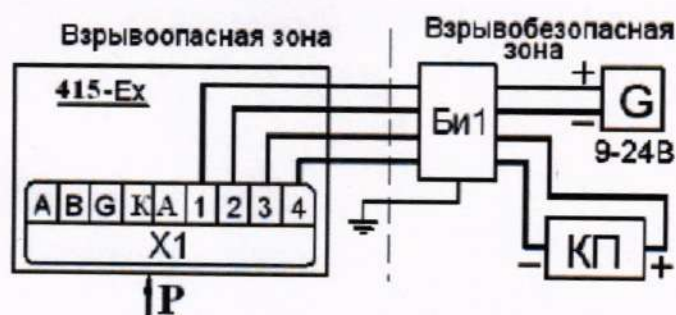


Рисунок Б.34 Выходной сигнал 0-5 мА

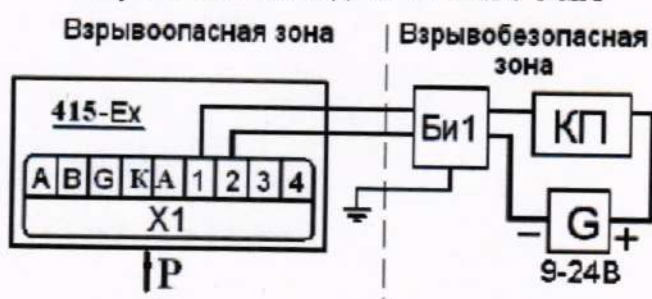


Рисунок Б.35 Выходной сигнал 4-20 мА

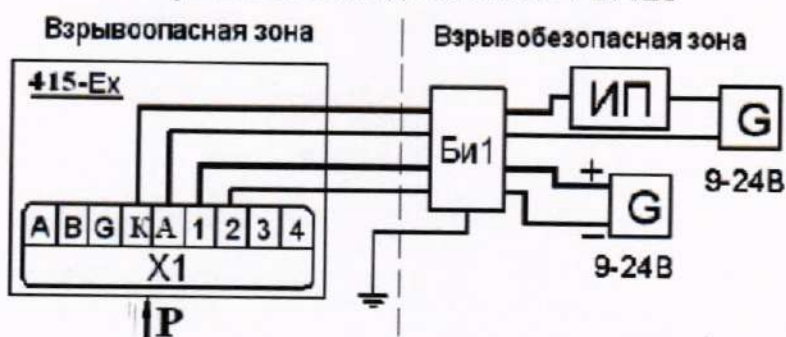


Рисунок Б.36 Выходной сигнал реле

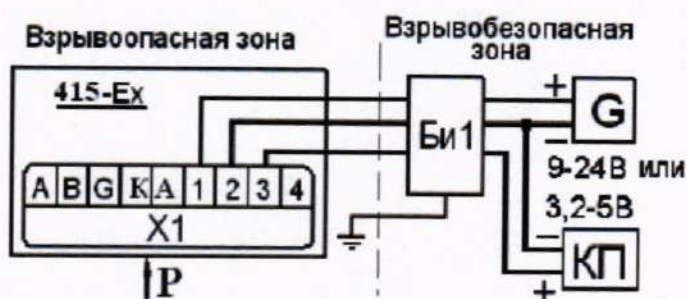


Рисунок Б.37 Выходной сигнал 0,4-2 В

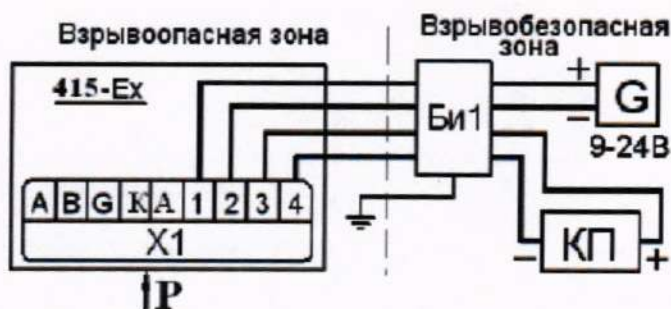


Рисунок Б.38 Выходной сигнал 0-5 В

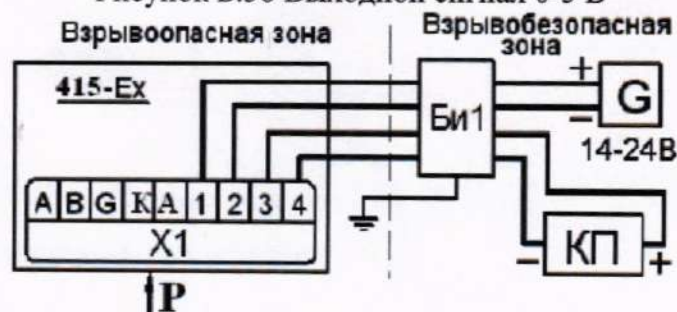


Рисунок Б.39 Выходной сигнал 0-10 В

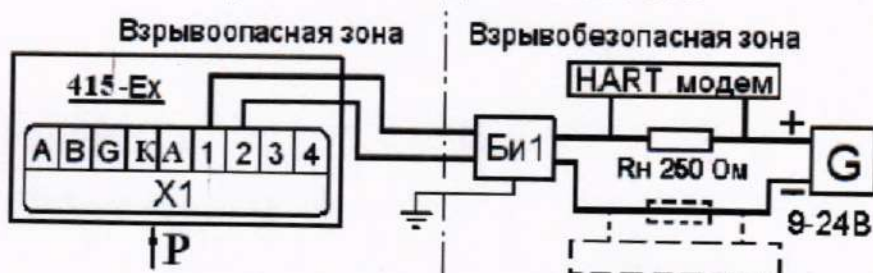


Рисунок Б.40 Выходной сигнал HART

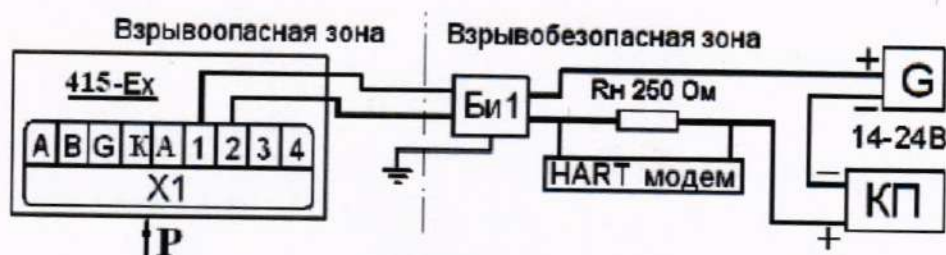


Рисунок Б.41 Выходные сигналы - 4-20 и HART

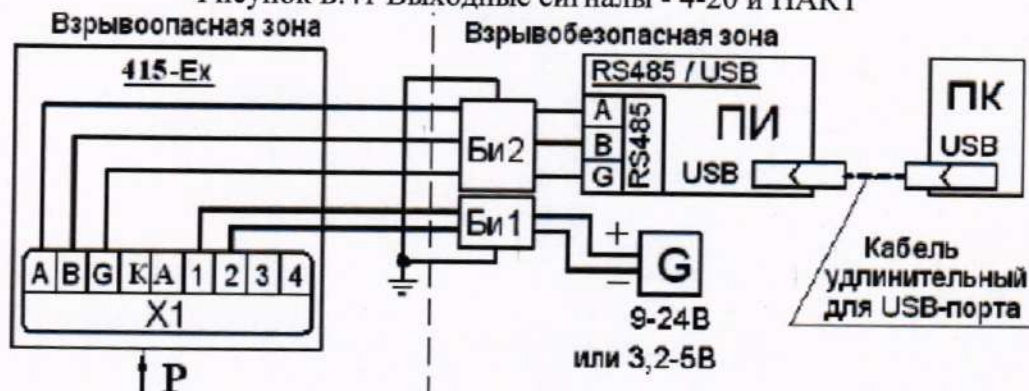


Рисунок Б.42 Выходной сигнал RS485 (с адаптером RS485 / USB – USB)

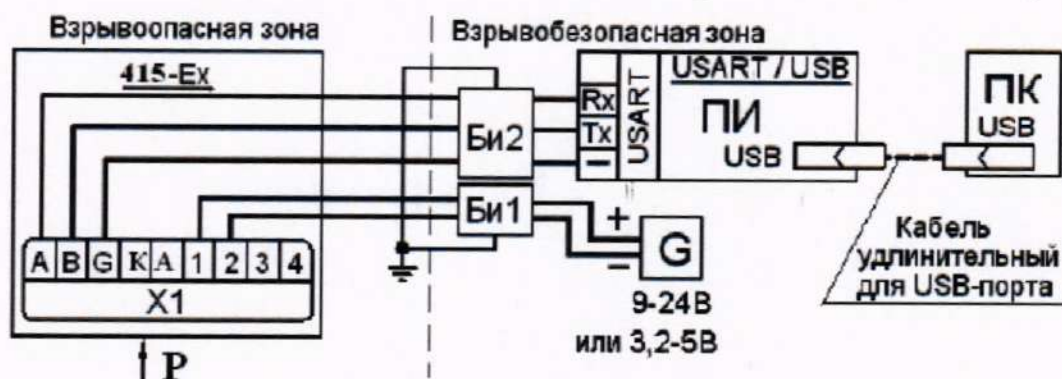


Рисунок Б.43 Выходной сигнал USART (с адаптером USART / USB – USB)

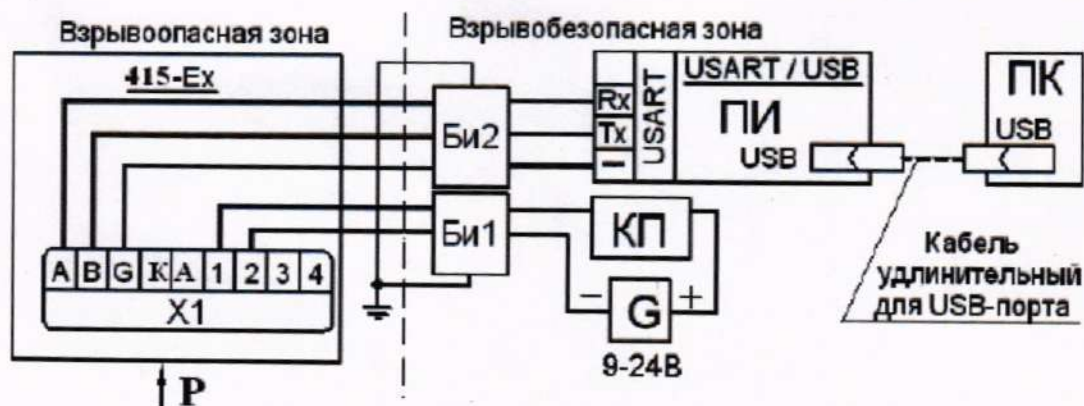


Рисунок Б.44 Выходные сигналы 4-20 мА и USART (с адаптером USART / USB – USB)

Схемы внешних электрических соединений нескольких датчиков с выходным цифровым сигналом по интерфейсу RS485

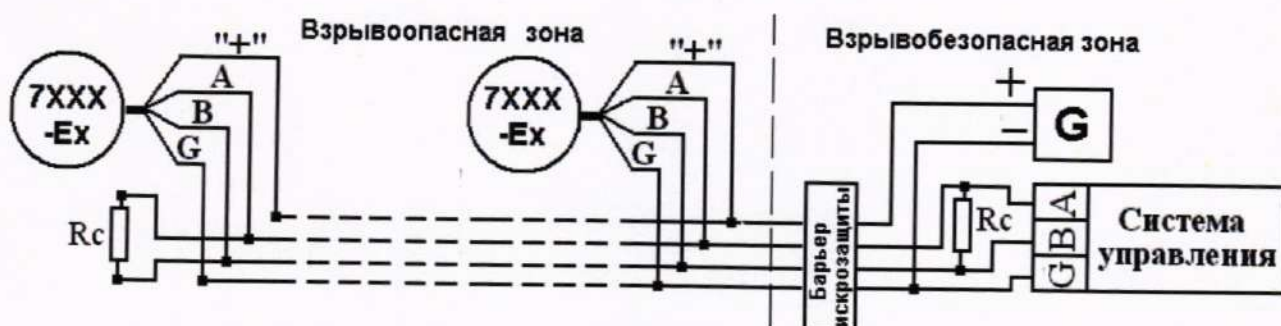


Рисунок Б.45 – датчики 415М-Ex модели 7XXX, для 415М - барьер не ставить

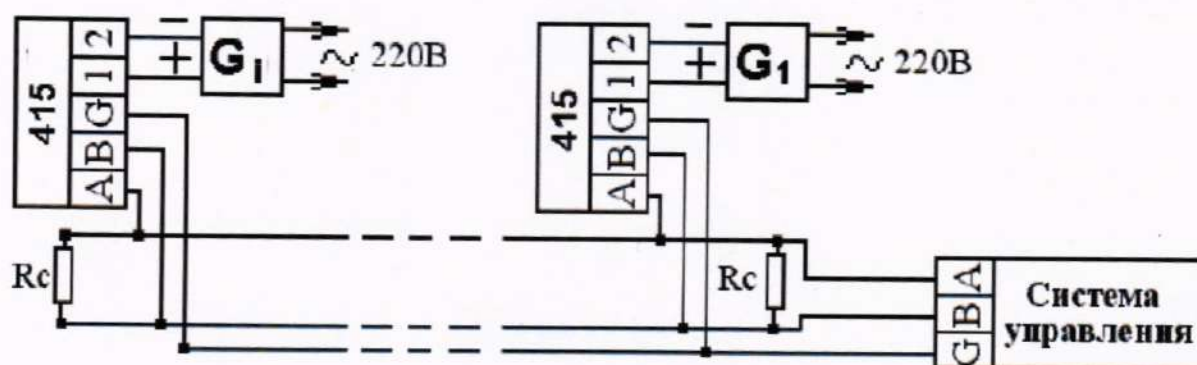


Рисунок Б.46 – датчики 415М и 415М-Вн модели 5XXX

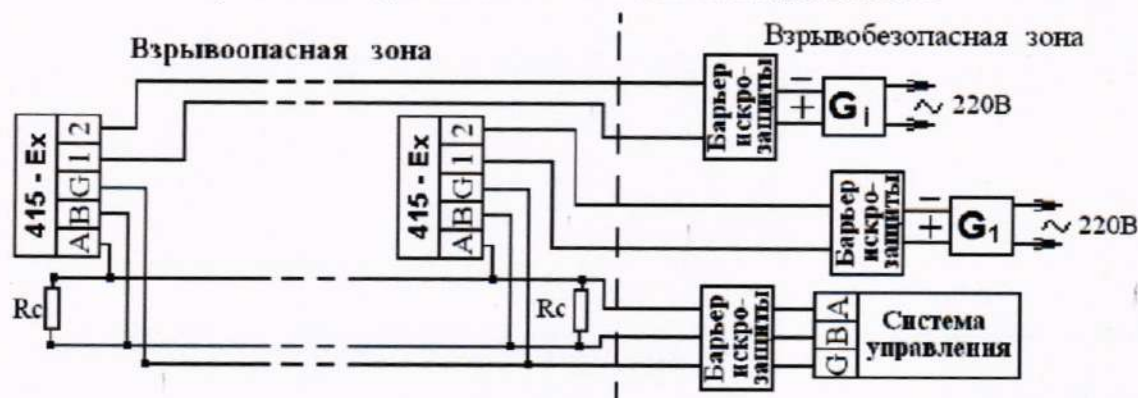


Рисунок Б.47 – датчики 415М-Ex модели 5XXX

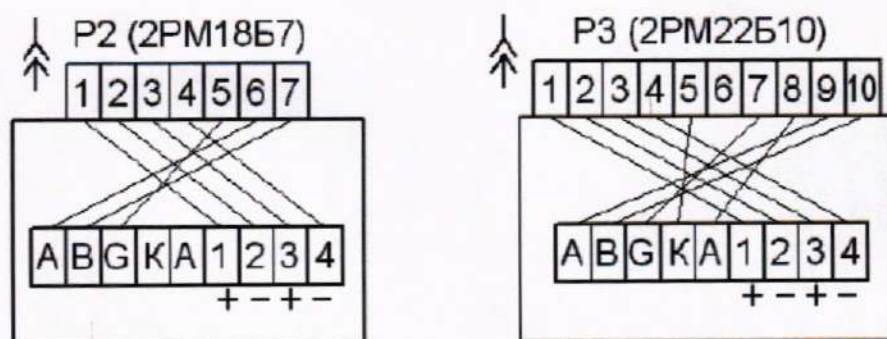


Рисунок Б.48 – Внутренняя коммутация с контактов разъемов P2 и P3 с внутренней клеммной колодкой датчиков моделей 5XXX

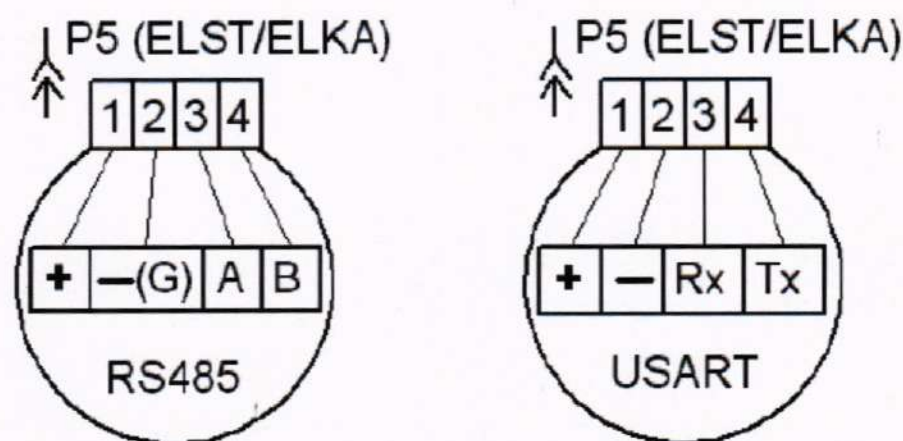


Рисунок Б.49 – Внутренняя коммутация контактов разъема P5 с платой датчиков моделей 7XXX с цифровым выходным сигналом