

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

«27» 10 2022

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики давления МИДА-15
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 202-11-2022

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики давления МИДА-15 (далее по тексту – датчики), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Микроэлектронные датчики и устройства» (ООО МИДАУС), г. Ульяновск и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Датчики предназначены для непрерывных измерений и пропорционального преобразования избыточного давления (ДИ), абсолютного давления (ДА), разрежения (ДВ), избыточного давления – разрежения (ДИВ) и разности давлений (ДД) в токовый выходной сигнал, сигнал в виде напряжения постоянного тока или цифрового кода (цифровой сигнал) интерфейса UART со специальным протоколом обмена Mida, либо цифрового кода интерфейса RS485 с протоколом обмена на базе протокола Modbus или с протоколом обмена Mida в системах контроля и управления давлением, в том числе взрывоопасных производств.

1.3 Датчики давления МИДА-15 не относятся к многоканальным измерительным системам, не состоят из нескольких автономных блоков и не предназначены для измерений нескольких величин. Таким образом, возможность проведения поверки по сокращенной программе не предусмотрена.

1.4 При выпуске из производства все датчики проходят первичную поверку на основном (максимальном) диапазоне измерений.

По заявлению заказчика, датчики могут поставляться с дополнительной таблицей, содержащей детализированные данные о метрологических характеристиках любого участка основной нагрузочной характеристики датчика.

Нормирование погрешностей измерений на таком участке выполняется в соответствии с заявлением заказчика (абсолютная, относительная, относительная приведенная,).

1.5 Прослеживаемость при поверке датчиков давления МИДА-15 обеспечивается: в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2018 г. № 1339 к государственным первичным эталонам ГЭТ 23-2010 ГПЭ единицы давления-паскаля и ГЭТ 43-2022 ГПЭ единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см²; в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений абсолютного давления утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.12.2019 № 2900 к государственному первичному эталону ГЭТ 101-2011 ГПЭ единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \times 10^{-1} \div 7 \times 10^5$ Па; в соответствии с государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.08.2021 № 1904 к государственному первичному эталону ГЭТ 95-2020 ГПСЭ единицы давления для разности давлений.

1.6 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод непосредственного сличения (сравнения).

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	да	да
- определение основной приведенной погрешности датчика	9.1	да	да
- определение вариации выходного сигнала датчика	9.2	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да
Оформление результатов поверки	11	да	да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку метрологических характеристик проводить при условиях:
температура окружающего воздуха, °С от плюс 15 до плюс 30;
относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800).

3.2. Выдержка датчика перед началом поверки после включения питания должна быть не менее 0,5 ч.

3.3 Вибрация, тряска, удары, внешние электрические и магнитные поля (кроме земного), влияющие на работу датчика, должны отсутствовать.

3.4 Датчики, предназначенные для применения в рабочей среде с повышенным содержанием кислорода, должны сопровождаться письменной гарантией обезжиривания, без которой их поверка запрещена. В качестве рабочей среды, передающей давление приборам для измерения давления кислорода, рекомендуется вода или воздух. Не допускается среды, загрязненные маслом и органическими примесями.

Допускается поверять такие приборы без применения разделительной камеры. Для этого внутренние полости устройства для создания давления и эталонного прибора должны быть обезжирены и заполнены чистой водой. Обезжиривание должно быть подтверждено соответствующим документом.

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, изучившие настоящую методику, руководства по эксплуатации на датчики и средства поверки.

4.2 Лица, допущенные к поверке датчиков, должны иметь квалификационную группу по безопасности не ниже III.

4.3 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 2.

5.2 Все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы и иметь свидетельства о поверке или об аттестации. Сведения о результатах поверки должны быть включены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Таблица 2 - Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 до 30 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,3$ °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с абсолютной погрешностью не более ± 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,25$ кПа	Термогигрометры ИВА-6 (Рег. № 46434-11) Приборы комбинированные Testo 622 (Рег. № 53505-13) Барометры рабочие сетевые БРС-1М (Рег. № 16006-97)
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений 9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочие эталоны, Рабочие эталоны 1-го, 2-го, 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2018 г. № 1339 в диапазоне от минус 100 кПа до 100 МПа; от 0 до 400 МПа.	Мановакуумметры грузопоршневые МВП-2,5 (Рег. № 1652-99) Задатчики давления Воздух-1600, Воздух-4000 (Рег. № 12143-99) Комплексы для измерения давления цифровые ИПДЦ (Рег. № 6788-03) Манометры избыточного давления грузопоршневые МП-2,5; МП-6; МП-60; МП-250; МП-600; МП-2500 (Рег. № 31703-06) Манометры грузопоршневые МП (Рег. № 52189-16) Манометры грузопоршневые серии Р (Рег. № 56428-14) Калибратор давления CPG1500, модель CPG1500-ST-Z-S-BG670-MPSZ-F3-W
	Рабочие эталоны, Рабочие эталоны 1-го 2-го 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 декабря 2019 г. № 2900 в диапазоне от 0,1 Па до 10 МПа	Манометры грузопоршневые серии 2000, мод. 2465, 2468 (Рег. № 40259-08) Манометры абсолютного давления МПАК-15 (Рег. № 24971-03) Барометры образцовые переносные БОП-1М (Рег. № 26469-17)

Продолжение таблицы 2.

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений 9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Вторичные эталоны, Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 августа 2021 г. № 1904 в диапазоне от 0 до 100 кПа	Микроманометры жидкостные компенсационные с микрометрическим винтом МКВК-250 (Пер. № 22995-02) Микроманометры ММ-250 (Пер. № 1182-58) Микроманометры образцовые 1-го разряда МКМ-4 (Пер. № 3950-73) Манометры грузопоршневые серии 2000, мод. 2482 (Пер. № 40259-08)
	Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 октября 2018 г. № 2091 в диапазоне от 4 до 20 мА Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3457 в диапазоне от 0 до 10 В	Мультиметры цифровые Agilent 34410A, Agilent 34411A (Пер. №33921-07) Мультиметры цифровые 34401A, 34460A, 34461A (Пер. № 54848-13) Вольтметры универсальные цифровые GDM-8245, GDM-8246 (Пер. № 34295-07)
	Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с 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 P3026-1 (Пер. № 56523-14) Меры электрического сопротивления многозначные АКИП-751х (Пер. № 85163-22)
	Персональный компьютер с операционной системой не ниже Windows XP и установленными программами: - CorrectZeroPGAI (только для датчиков с токовым выходным сигналом). - CorrectZeroPGAU (только для датчиков с вольтовыми выходными сигналами). - Mida15Tool, Mida15Tool Modbus (только для датчиков с цифровым выходным сигналом). Устройство связи МИДА-УС- 411 (для датчиков с выходным сигналом от 4 до 20 мА). Устройство связи МИДА-УС- 412 для датчиков с выходным сигналом от 0,4 до 2 В; от 0,5 до 4,5 В; от 0 до 5 В; от 0 до 10 В; от 1 до 5 В. Устройство связи МИДА-УС- 408-UART для датчиков с выходным сигналом интерфейса UART с протоколом Mida, интерфейса RS-485 с протоколом Mida. Устройство связи МИДА-УС-408(410)-RS485 для датчиков с выходным сигналом интерфейса RS-485 с протоколом Modbus. Кабель USB 2.0 A-Male -B-Male. Жгут для подключения устройства связи к датчику. Источник питания постоянного напряжения Б5-44. ТУ 4Е83.233219-78. Выходное напряжение 0 - 30 В.	

Примечание:

1 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки следует соблюдать общие требования безопасности при работе с датчиками давления (см. ГОСТ 22520-85).

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие датчиков следующим требованиям:

7.1.1 Поверяемые датчики не должны иметь повреждений, препятствующих их применению;

7.1.2 Маркировка датчика должна соответствовать данным, указанным в паспорте.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Ознакомьтесь с руководством по эксплуатации МДВГ.406233.090 РЭ

8.1.2 Подготовьте оборудование и средства измерения, указанные в таблице 2, к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.1.3 Перед проведением поверки следует проверить герметичность системы, состоящей из соединительных линий и образцовых приборов, давлением, равным 120 % от верхнего предела измерений поверяемого датчика. При определении герметичности систему отключают от устройства, создающего давление. Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением в течение последующих 2 мин в ней не наблюдается падения давления

8.2 Опробование средства измерений

8.2.1 При опробовании проводятся следующие операции:

- функционирования корректора нуля;
- подстройка начального значения выходного сигнала (при необходимости);
- проверка герметичности датчика.

8.2.1.1 Опробование и настройка датчиков с выходными сигналами от 4 до 20 мА; от 0,4 до 2,0 В; от 0,5 до 4,5 В; от 0 до 5 В; от 0 до 10 В; от 1 до 5 В; (коды выходного сигнала 01, 051, 052, 053; 054; 056, соответственно) заключается в следующем:

- задают любое, не превышающее 25 % от верхнего предела измерения датчика, значение измеряемого давления, фиксируют исходное значение выходного сигнала;
- корректор нуля поворачивают по часовой стрелке. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала. Затем корректор нуля поворачивают против часовой стрелки. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала в противоположную сторону. Затем задают давление, соответствующее нижнему пределу измерения и вращение корректора нуля устанавливают исходное или другое, более точное (при необходимости) значение выходного сигнала.

Примечание - Коррекция начального значения выходного сигнала датчиков без подстроечных резисторов осуществляется в соответствии с приложениями А, Б, В, Г.

8.2.1.2 При опробовании датчиков с выходными сигналами от 0,4 до 2,0 В и от 0,5 до 4,5 В с кодами выходного сигнала 058 и 059, соответственно (имеют пропорциональную зависимость выходного сигнала от напряжения питания и подстроечные резисторы нуля и диапазона) подключают датчик к грузопоршневому манометру или другому задатчику давления.

Включают датчик в электрическую схему, показанную на рисунке Д.1 приложения Д. До подключения датчика напряжение источника питания должно быть установлено с погрешностью не более $\pm 2\%$ от номинального значения. Включают питание, выдерживают датчик во включенном состоянии в течение не менее 30 минут.

Затем следует:

1 Измерить и зафиксировать (записать) фактическое напряжение питания $U_{\text{п}}$, установив переключатель S1 в положение 1.

2 Номинальное значение диапазона выходного сигнала датчика ($U_{\text{в}}-U_{\text{н}}$) разделить на номинальное значение напряжения питания $U_{\text{пн}}$ и умножить на фактическое (измеренное) значение напряжения питания $U_{\text{п}}$. Зафиксировать полученное значение.

3 Установить переключатель S1 в положение 2. Подать давление $P_{\text{мин}}$, соответствующее нижнему пределу измерения поверяемого (проверяемого) датчика. Измерить выходной сигнал $U_{\text{нф}}$ и зафиксировать значение.

4 Рассчитать значение выходного сигнала датчика $U_{\text{вф}}$ при давлении, соответствующем верхнему пределу измерения, сложив значение $U_{\text{н}}$ с результатом вычислений по п. 2.

5 Подать на датчик давление $P_{\text{макс}}$, соответствующее верхнему пределу измерения.

6 Вставить жало отвертки в шлиц поводка регулировочного резистора «диапазон» и, вращая её, установить значение выходного сигнала, равное $U_{\text{вф}}$ с максимально достижимой точностью.

7 Рассчитать фактическое значение выходного сигнала $U_{\text{нф}}$ при нижнем пределе измеряемого давления $P_{\text{мин}}$, разделив номинальное значение нижнего предела выходного сигнала $U_{\text{н}}$ на номинальное значение напряжения питания $U_{\text{пн}}$ и умножив на фактическое значение напряжения питания $U_{\text{п}}$. Зафиксировать результат расчета.

8 Подать на датчик давление $P_{\text{мин}}$, соответствующее нижнему пределу измерения.

9 Вставить жало отвертки в шлиц поводка регулировочного резистора «ноль» и, вращая её, установить значение выходного сигнала, равное $U_{\text{нф}}$ с максимально достижимой точностью.

Примечания:

$U_{\text{п}}$ – фактическое значение напряжения питания, В;

$U_{\text{в}}$ – верхнее предельное значение выходного сигнала, В;

$U_{\text{н}}$ – нижнее предельное значение выходного сигнала, В;

$U_{\text{пн}}$ – номинальное значение напряжения питания, В;

$U_{\text{п}}$ – фактическое значение напряжения питания, В;

$P_{\text{мин}}$ – нижний предел измерения давления, МПа;

$P_{\text{макс}}$ – верхний предел измерения давления (разрежения для ДВ), МПа.

Все измеряемые величины фиксировать с максимальной точностью (использовать все значащие разряды цифрового индикатора мультиметра).

8.2.1.3 Опробование и настройка начального значения (нуля) выходного сигнала датчиков с цифровым выходным сигналом проводится в соответствии с методиками, изложенными в приложении «А» – для датчиков с выходными сигналами интерфейса UART с протоколом Mida, интерфейса RS-485 с протоколом Mida (кодами выходного сигнала 061-063), и в приложении «Б» – для датчиков с выходным сигналом интерфейса RS-485 с протоколом Modbus (код выходного сигнала 064.)

8.2.1.4 В датчиках с выходным сигналом в виде напряжения постоянного тока, с пропорциональной зависимостью от напряжения питания от 0,4 до 2,0 В и от 0,5 до 4,5 В (коды выходного сигнала 055 и 057, соответственно) корректоры нуля и диапазона отсутствуют.

8.2.2 Герметичность датчиков проверяют по методике 8.1.3. Допускается определение герметичности датчика совмещать с определением герметичности системы.

Проверку герметичности датчиков разности давлений при поверке не проводят.

8.2.3 Результаты опробования считаются положительными, если выполняются процедуры, изложенные в п.п. 8.2.1.1 – 8.2.2.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение основной приведенной погрешности датчика

9.1.1 Основную приведенную (к диапазону измерений) погрешность датчика определяют по одному из способов:

1. По эталону на входе датчика устанавливают измеряемый параметр, равный номинальному, а другим эталоном измеряют значение выходного сигнала.

2. Варьируя давление на входе датчика, по эталону на выходе датчика устанавливают расчетное значение выходного сигнала, соответствующее номинальному значению измеряемого параметра (давления), а по другому эталону измеряют значение этого параметра на входе датчика.

3. Сравнением значения (в единицах измерения давления) выходного сигнала поверяемого датчика (для датчиков с цифровым выходным сигналом) и эталона.

При поверке датчика по его цифровому сигналу к выходу датчика подключают устройство связи МИДА-УС-408-UART для датчиков с выходным сигналом интерфейса UART с протоколом Mida; либо устройство связи МИДА-УС-408(410)-RS485 для датчиков с выходным сигналом интерфейса RS-485 с протоколом Modbus и Mida, персональный компьютер с установленными программами Mida15Tool, Mida15Tool Modbus в соответствии с приложением «Д».

Примечания

1 Датчики подключаются к устройству связи и через него к персональному компьютеру с помощью кабелей, входящих в комплект поставки устройств связи.

2 Исполнение кабеля, подключаемого к датчику должно соответствовать типу электрического подключения датчика.

3 Питание датчика осуществляется от устройства связи.

При поверке датчиков с пределом измерений в области разрежения, равным 100 кПа, допускается устанавливать максимальное значение разрежения в пределах 0,90 – 0,95 от атмосферного (барометрического) давления P_B .

При поверке датчиков абсолютного давления в качестве первой проверяемой точки принимают значение давления не более 10 % диапазона измерений, но не превышающее текущего значения атмосферного давления.

9.1.2 При выборе эталонов для определения погрешности датчика должны быть соблюдены следующие условия:

9.1.2.1 При поверке по способам 1 и 2 (п. 9.1.1) и определении значений выходного сигнала поверяемого датчика в мА:

$$\sqrt{\left(\frac{\Delta_p}{P_{\text{МАКС}} - P_{\text{МИН}}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_I}{I_{\text{МАКС}} - I_{\text{МИН}}}\right)^2} \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot |\gamma| \quad (9.1)$$

где: Δ_p – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего входной параметр при давлении или разрежении, равном диапазону измерений поверяемого датчика, МПа, кПа и др.;

$P_{\text{МАКС}}$ – верхний предел измерений поверяемого датчика, МПа, кПа и др.;

$P_{\text{МИН}}$ – нижний предел измерений поверяемого датчика, МПа, кПа и др.;

Δ_I – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего выходной сигнал, при верхнем предельном значении выходного сигнала поверяемого датчика, мА;

$I_{\text{МАКС}}$, $I_{\text{МИН}}$ – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мА;

α_p – отношение предела допускаемого значения погрешности эталонов, применяемых при поверке, к пределу допускаемого значения основной погрешности поверяемого датчика.

γ – предел допускаемой основной погрешности поверяемого датчика, % нормирующего значения.

9.1.2.2 при поверке по способам 1 и 2 (п. 9.1.1) и определении значений выходного сигнала в мВ по падению напряжения на эталонном нагрузочном сопротивлении

$$\sqrt{\left(\frac{\Delta_p}{P_{\text{МАКС}} - P_{\text{МИН}}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_U}{U_{\text{МАКС}} - U_{\text{МИН}}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_R}{R_{\text{ЭТ}}}\right)^2} \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot |\gamma| \quad (9.2)$$

где Δ_U – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего выходной сигнал, при верхнем предельном значении выходного сигнала поверяемого датчика, мВ;

$U_{\text{МАКС}}$, $U_{\text{МИН}}$ – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала поверяемого датчика, мВ, определяемые по формулам:

$$U_{\text{МАКС}} = I_{\text{МАКС}} \cdot R_{\text{ЭТ}} \quad \text{и} \quad U_{\text{МИН}} = I_{\text{МИН}} \cdot R_{\text{ЭТ}},$$

Δ_R – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного сопротивления $R_{\text{ЭТ}}$, Ом;
 $R_{\text{ЭТ}}$ – значение эталонного сопротивления, Ом.

9.1.2.3 При поверке по способу 3 (п. 9.1.1) датчиков с цифровым выходным сигналом

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_{\text{МАКС}} - P_{\text{МИН}}}\right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (9.3)$$

где все обозначения те же, что и в формуле (9.1).

9.1.2.4 При поверке датчиков абсолютного давления с использованием эталонов избыточного давления и СИ атмосферного (барометрического) давления

$$\sqrt{\left(\frac{\Delta_p}{P_{\text{МАКС}} - P_{\text{МИН}}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_B}{P_{\text{Б.МАКС}} - P_{\text{Б.МИН}}}\right)^2} \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot |\gamma| \quad (9.4)$$

Δ_p , $P_{\text{МАКС}}$, $P_{\text{МИН}}$ – то же, что и в формуле (9.1).

Δ_B – предел допускаемой абсолютной погрешности СИ атмосферного (барометрического) давления, МПа, кПа и др.;

$P_{\text{Б.МАКС}}$ – верхний предел измерений СИ атмосферного (барометрического) давления, МПа, кПа и др.;

$P_{\text{Б.МИН}}$ – нижний предел измерений СИ атмосферного (барометрического) давления, МПа, кПа и др.

9.1.3. Расчетные значения аналоговых выходных сигналов поверяемого датчика для заданного номинального значения измеряемого давления P определяют по формулам:

9.1.3.1 Расчётные значения токового выходного сигнала поверяемого датчика для заданного значения входной измеряемой величины определяют по формуле:

$$I_p = \frac{I_{\text{МАКС}} - I_{\text{МИН}}}{P_{\text{МАКС}} - P_{\text{МИН}}} (P - P_{\text{МИН}}) + I_{\text{МИН}}, \quad (9.5)$$

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

P – значение измеряемого давления, МПа, кПа и др.; для датчиков, настроенных в диапазоне от избыточного давления до разрежения, значение P в области разрежения подставляется в формулу (9.5) со знаком минус;

$I_{\text{МАКС}}$, $I_{\text{МИН}}$ – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мА;

$P_{\text{МАКС}}$ – верхний предел измерений поверяемого датчика, МПа, кПа и др.;

$P_{\text{МИН}}$ – нижний предел измерений поверяемого датчика, МПа, кПа и др.;

9.1.3.2 Расчётные значения выходного сигнала датчика с токовым выходным сигналом, выраженные в напряжении постоянного тока, определяют по формуле:

$$U_p = R_{\text{эт}} \cdot I_p, \quad (9.6)$$

где: U_p – расчётное значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, мВ, В;
 I_p – то же, что и формуле (9.5).

9.1.3.3 Для датчиков с цифровым выходным сигналом расчётные значения выходного сигнала соответствуют номинальным значениям входной измеряемой величины.

9.1.3 Основную погрешность и вариацию определяют по результатам замеров при пяти значениях измеряемой величины, достаточно равномерно распределённых в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям выходного сигнала. Интервал между соседними значениями измеряемой величины не должен превышать 30% диапазона измерений.

Основную погрешность и вариацию определяют при значении измеряемой величины, полученном при приближении к нему как от меньших к большим (прямой ход), так и от больших к меньшим (обратный ход) значениям.

Замеры производят не менее чем при пяти значениях измеряемого давления, расположенных равномерно по всему диапазону, включая минимальное и максимальное, при прямом (давление меняется от минимального до максимального) и обратном (давление меняется от максимального до минимального) ходе.

9.1.4 Определение основной погрешности датчиков абсолютного давления с ВПИ выше 1 МПа допускается проводить с использованием эталонов избыточного давления и СИ атмосферного (барометрического) давления (например, БОП-1М).

9.1.4.1 В этом случае поверку датчика выполняют при подаче избыточного давления и разрежения, расчётные значения которых определяют с учётом действительного значения атмосферного давления в помещении, где проводят поверку.

Расчётные значения избыточного давления и разрежения вычисляют по формулам:

$$P_{(+)} = P_a - P_{\delta}, \quad (9.7)$$

$$P_{(-)} = P_{\delta} - P_a, \quad (9.8)$$

где P_a – измеряемое значение абсолютного давления, МПа;
 P_{δ} – атмосферное давление в помещении, где проводят поверку, МПа;
 $P_{(+)}$ – избыточное давление, подаваемое в датчик, МПа;
 $P_{(-)}$ – разрежение, создаваемое в датчике, МПа

9.1.4.2 Расчётные значения токового выходного сигнала датчика абсолютного давления при задании разрежения определяют по формуле:

$$I_p = I_{\text{мин}} + (I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}) \frac{P_{\delta} - P_{(-)}}{P_{m(a)}} \quad (9.9)$$

где I_p , $I_{\text{мин}}$, $I_{\text{макс}}$, – то же что в формуле (9.5);
 P_{δ} – то же что в формулах (9.7) и (9.8);
 $P_{m(a)}$ – верхний предел измерений датчика абсолютного давления, МПа;
 $P_{(+)}$, $P_{(-)}$ – то же что в формулах (9.7) и (9.8).

9.1.4.3 Расчётные значения токового выходного сигнала датчика абсолютного давления при задании положительного избыточного давления определяют по формуле:

$$I_p = I_{\text{мин}} + (I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}) \frac{P_{\delta} + P_{(+)}}{P_{m(a)}} \quad (9.10)$$

где все обозначения те же, что и в формуле (9.9).

9.1.4.4 Расчётные значения токового выходного сигнала датчика абсолютного давления при атмосферном давлении на входе определяют по формуле

$$I_p = I_{\text{МИН}} + (I_{\text{МАКС}} - I_{\text{МИН}}) \frac{P_6}{P_{m(a)}} \quad (9.11)$$

где все обозначения те же, что и в формуле (9.9).

9.1.5 Допускается контролировать показания датчика с аналоговым выходным сигналом в единицах давления. В этом случае значение давления рассчитывается по нижеприведенным формулам.

9.1.5.1 Расчетное значение измеренного давления датчиками с выходным сигналом в виде напряжения постоянного тока определяется:

а) по формуле (9.12) - для датчиков с выходным сигналом, имеющим пропорциональную зависимость от напряжения питания от 0,4 до 2,0; от 0,5 до 4,5; от 0,4 до 2,0; от 0,5 до 4,5 В (код выходного сигнала 055, 057, 058, 059, соответственно);

$$P_{\text{И}} = \frac{U_{\text{ПН}}}{U_{\text{П}}} \left[(P_{\text{М}} - P_{\text{Н}}) \frac{U - U_{\text{МИН}}}{U_{\text{МАКС}} - U_{\text{МИН}}} + P_{\text{Н}} \right] \quad (9.12)$$

где $P_{\text{И}}$ – текущее значение давления по показаниям датчика, МПа;

$U_{\text{ПН}}$ – номинальное значение напряжения питания В;

$U_{\text{П}}$ – фактическое значение напряжения питания, В;

$P_{\text{М}}$ – верхний предел диапазона измеряемых давлений (разрежений для ДВ), МПа;

$P_{\text{Н}}$ – нижний предел диапазона измеряемых давлений (разрежений для ДИВ), МПа;

U – текущее значение выходного сигнала датчика, В;

$U_{\text{МИН}}$ – начальное (нулевое) значение выходного сигнала, В;

$U_{\text{МАКС}}$ – максимальное значение выходного сигнала, В;

б) по формуле (9.13) - для датчиков с выходным сигналом, не зависящим от напряжения питания от 0,4 до 2,0; от 0,5 до 4,5; от 0 до 5; от 0 до 10; от 1 до 5 В (код выходного сигнала 051, 052, 053, 054, 056, соответственно)

$$P_{\text{И}} = (P_{\text{М}} - P_{\text{Н}}) \frac{U - U_{\text{МИН}}}{U_{\text{МАКС}} - U_{\text{МИН}}} + P_{\text{Н}} \quad (9.13)$$

Обозначения в (9.12), аналогичны примененным в формуле (9.11);

в) по формуле (9.14) – для датчиков с токовым выходным сигналом от 4 до 20 мА (код выходного сигнала 01)

$$P_{\text{И}} = (P_{\text{М}} - P_{\text{Н}}) \frac{I - I_{\text{МИН}}}{I_{\text{МАКС}} - I_{\text{МИН}}} + P_{\text{Н}} \quad (9.14)$$

где $P_{\text{И}}$ – текущее значение давления по показаниям датчика, МПа;

$P_{\text{М}}$ – верхний предел диапазона измеряемых давлений (разрежений для ДВ), МПа;

$P_{\text{Н}}$ – нижний предел диапазона измеряемых давлений (разрежений для ДИВ), МПа;

I – текущее значение выходного сигнала датчика, мА;

$I_{\text{МИН}}$ – начальное (нулевое) значение выходного сигнала - 4 мА;

$I_{\text{МАКС}}$ – максимальное значение выходного сигнала - 20 мА.

Примечание – При расчете значения $P_{\text{И}}$ для датчиков ДИВ в формулах 9.12, 9.13, 9.14 необходимо учитывать, что значение максимального разрежения $P_{\text{Н}}$ имеет знак «минус».

9.1.6 Значение давления, измеренного цифровыми датчиками с кодами выходных сигналов 061-063, определяется по методике, изложенной в приложении «А», с кодом выходного сигнала 064, - в приложении «Б».

Замеры производят следующим способом: по эталону на входе поверяемого датчика устанавливают измеряемое давление, а на выходе фиксируют значение давления по показаниям датчика.

Примечание - Для датчиков ДД имитация воздействия разности давлений может создаваться путем подачи давления в «плюсовую» (или «минусовую» - только для датчиков с кодами выходных сигналов 061-064 в режиме «Контроль диапазона», «Отключен» - см. приложения А, Б) рабочую полость датчика при «минусовой» («плюсовой» для кодов выходных сигналов 061-064) полости, соединенной с атмосферой.

9.1.7 Основную приведенную погрешность γ_d в % от диапазона измерений вычисляют по формулам:

- при поверке по способу 1 (п. 9.1.1)

$$\gamma_d = \frac{I - I_p}{I_{\text{МАКС}} - I_{\text{МИН}}} \cdot 100, \quad (9.15)$$

$$\gamma_d = \frac{U - U_p}{U_{\text{МАКС}} - U_{\text{МИН}}} \cdot 100, \quad (9.16)$$

или

$$\gamma_d = \frac{P_{\text{И}} - P_p}{P_{\text{МАКС}} - P_{\text{МИН}}} \cdot 100, \quad (9.17)$$

где: I – экспериментально полученное значение выходного сигнала датчика при измерении тока, мА;

U – экспериментально полученное значение выходного сигнала датчика при измерении напряжения, мВ; В;

I_p – расчётное значение выходного сигнала постоянного тока (мА);

U_p – расчётное значение падения напряжения на эталонном нагрузочном сопротивлении, мВ, В;

$I_{\text{МАКС}}$, $I_{\text{МИН}}$ – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мА;

$U_{\text{МАКС}}$, $U_{\text{МИН}}$ – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мВ/

$P_{\text{И}}$ – расчетное значение измеренного давления, рассчитанное по формулам (9.12) - (9.14) пункта 9.1.5, МПа, кПа и др.;

P_p – значение давления, заданное эталоном МПа, кПа и др,

- при поверке по способу 2 (п. 9.1.1)

$$\gamma_d = \frac{P_{\text{И}} - P_p}{P_{\text{МАКС}} - P_{\text{МИН}}} \cdot 100, \quad (9.18)$$

где: P_p – показания эталона, МПа, кПа и др.

$P_{\text{И}}$ – расчетное значение измеренного давления, установленное на поверяемом датчике, рассчитанное по формулам (9.12) - (9.14) пункта 9.1.5, МПа, кПа и др.;

$P_{\text{МАКС}}$ – верхний предел измерений поверяемого датчика МПа, кПа и др.;

$P_{\text{МИН}}$ – нижний предел измерений поверяемого датчика, МПа, кПа и др.;

- при поверке по способу 3 (п. 9.1.1)

$$\gamma_d = \frac{P_{СИ} - P_p}{P_{МАКС} - P_{МИН}} \cdot 100, \quad (9.19)$$

где $P_{СИ}$ – показания поверяемого датчика, МПа, кПа и др.

P_p – показания эталона, МПа, кПа и др.;

$P_{МАКС}$, $P_{МИН}$ – то же, что и в формуле (9.18).

9.2. Определение вариации выходного сигнала датчика

9.2.1 Вариацию выходного сигнала (γ_r) определяют при каждом проверяемом значении измеряемого параметра, кроме значений, соответствующих нижнему и верхнему пределам измерений, по показаниям, полученным при определении основной погрешности (п. 9.1.1).

- при поверке по способу 1 (п. 9.1.1)

$$\gamma_r = \frac{I' - I}{I_{МАКС} - I_{МИН}} \cdot 100, \quad (9.20)$$

$$\gamma_r = \frac{U' - U}{U_{МАКС} - U_{МИН}} \cdot 100, \quad (9.21)$$

или

$$\gamma_r = \frac{P' - P}{P_{МАКС} - P_{МИН}} \cdot 100, \quad (9.22)$$

I' и I – экспериментально полученные значения выходного сигнала в одной и той же точке при измерении на выходе тока соответственно при прямом и обратном ходе, мА;

U' и U – экспериментально полученные значения выходного сигнала в одной и той же точке при измерении на выходе падения напряжения на эталонном сопротивлении соответственно при прямом и обратном ходе, мВ; В;

P' и P – расчетные значения измеренного давления, рассчитанное по формулам (9.12) - (9.14) соответственно при прямом и обратном ходе, МПа, кПа и др.

$I_{МАКС}$, $I_{МИН}$ – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мА;

$U_{МАКС}$, $U_{МИН}$ – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мВ;

$P_{МАКС}$ – верхний предел измерений поверяемого датчика МПа, кПа и др.;

$P_{МИН}$ – нижний предел измерений поверяемого датчика, МПа, кПа и др.

- при поверке по способу 2 (п. 9.1.1)

$$\gamma_r = \frac{P'_p - P_p}{P_{МАКС} - P_{МИН}} \cdot 100, \quad (9.23)$$

где: P'_p и P_p – показания эталона в одной и той же точке соответственно при прямом и обратном ходе, МПа, кПа и др.

$P_{МАКС}$, $P_{МИН}$ – то же, что и в формуле (9.22).

- при поверке по способу 3 (п. 9.1.1)

$$\gamma_r = \frac{P'_{СИ} - P_{СИ}}{P_{МАКС} - P_{МИН}} \cdot 100, \quad (9.24)$$

где: $P'_{СИ}$ и $P_{СИ}$ – показания поверяемого датчика в одной и той же точке соответственно при прямом и обратном ходе, МПа, кПа и др.

$P_{МАКС}$, $P_{МИН}$ – то же, что и в формуле (9.22).

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Результаты поверки датчиков

10.1.1 Датчик признают годным при первичной поверке, если на всех поверяемых точках модуль основной, приведенной к диапазону измерений погрешности $|\gamma_d| \leq 0,8 |\gamma|$, а значение вариации γ_r в каждой точке измерений не превышает предела ее допускаемого значения.

10.1.2 Датчик признают негодным при первичной поверке, если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_d| > 0,8 \cdot |\gamma|$, или значение вариации γ_r превышает предел ее допускаемого значения.

10.1.3 Датчик признают годным при периодической поверке, если на всех поверяемых точках выполняются условия, $|\gamma_d| \leq |\gamma|$, а значение вариации γ_r в каждой точке измерений не превышает предела ее допускаемого значения.

10.1.4 Датчик признают негодным при периодической поверке, если при первом хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_d| > |\gamma|$ или значение вариации γ_r превышает предел ее допускаемого значения;

γ – пределы допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности поверяемого датчика, %, указанные в описании типа.

10.1.5 Допускается вместо вычислений по экспериментальным данным значений основной погрешности γ_d и вариации γ_r контролировать их соответствие предельно допускаемым значениям.

10.1.6 Критерием принятия решения по подтверждению соответствия метрологическим требованиям, указанным в паспорте и или на корпусе датчика, считается сравнение полученных при измерениях и вычислениях по формулам (9.14) – (9.17) и (9.18) – (9.22) значений с установленными при утверждении типа и отраженными в описании типа средства измерений.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Средства измерений, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

Результаты поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений в установленной форме и (или) в Паспорт средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

1.2 При отрицательных результатах поверки преобразователи к дальнейшему применению не допускают, сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средств измерений выдают извещение о непригодности в установленной форме.

ПРИЛОЖЕНИЯ:

Приложение А. Настройка и опробование датчиков МИДА-15. Протокол Mida.

Приложение Б. Настройка и опробование датчиков МИДА-15. Протокол Modbus.

Приложение В. Корректировка начального значения выходного сигнала датчиков давления МИДА-ДИ-15 с токовым выходным сигналом.

Приложение Г. Корректировка начального значения выходного сигнала датчиков давления МИДА-15 с выходными сигналами в виде напряжения постоянного тока.

Приложение Д. Схемы подключения датчиков МИДА-15 для настройки и проверки.

Заместитель начальника отдела метрологического
обеспечения измерений давления (отдел 202)
ФГБУ «ВНИИМС»



Е. В. Николаева

Приложение А
(обязательное)

Настройка и опробование датчиков МИДА-15. Протокол Mida

1 Подготовка датчика к проведению настройки или опробования

1.1 Скачать с сайта www.midaus.com и установить на ПК программное обеспечение Mida15Tool.

1.2 Подключить к ПК устройство связи. Для датчиков с кодом выходного сигнала 061,062 использовать МИДА УС-408-UART, для датчиков с кодом выходного сигнала 063–МИДА УС-408-RS485 или МИДА УС-410.

2 Порядок проведения настройки

2.1 Запустить программу Mida15Tool.

2.2 После запуска программы отображается окно настройки датчика, показанное на рисунке И.1. Для продолжения работы с программой необходимо указать порт, к которому подключено устройство связи, напряжение питания датчика и прочитать настройки датчика, нажав на кнопку «Прочитать».

Рисунок А.1 – Окно настройки датчика

Пользователю доступны следующие настройки датчика.

2.2.1 Количество точек усреднения. Значение измеренного давления получается как среднеарифметическое от количества измерений, указанных в соответствующем поле. Увеличение точек усреднения приводит к сглаживанию сигнала и рекомендуется для медленно меняющихся процессов.

Время задержки выходного сигнала после запроса в зависимости от количества точек усреднения и режима аппаратного фильтра рассчитывается по формуле

$$T_3 = 25 + 2 \times N_{\text{тус}} \times K_{\text{раф}}$$

Где:

T_3 – время задержки (мс);

$N_{\text{тус}}$ – количество точек усреднения (возможные значения от 1 до 255);

$K_{\text{раф}}$ – коэффициент режима аппаратного фильтра, который равен 4 при выключенном, и 120 при включенном аппаратном фильтре.

2.2.2 Единицы измерения для представления результата измерения. Выбор единиц измерения показан на рисунке А.2.

Настройка датчика

Порт подключения: COM14 Обновить список портов

Напряжение питания: 5В

Диапазон калибровки датчика: 0,00 - 600,00 кгс/см2

Порог обнуления: 5% от диапазона (30 kgf_cm2)

Точек усреднения: 1 Коррекция нуля датчика

Единицы измерения: **кгс/см2**

Аппаратный фильтр: Па

Задержка между изм: кПа

Контроль диапазона: бар

Версия ПО датчика: 0,255

Идентификатор ПО датчика: 1.001.000

1C8698A2

Прочитать Записать Выход

Рисунок А.2 – Выбор единиц измерения

2.2.3 Аппаратный фильтр обеспечивает дополнительную фильтрацию сигналов первичного преобразователя датчика и способствует снижению уровня шумов в результатах измерений. Включение фильтра увеличивает время, необходимое для проведения измерения. Возможные варианты включения фильтра показаны на рисунке А.3.

Настройка датчика

Порт подключения: COM14 Обновить список портов

Напряжение питания: 5В

Диапазон калибровки датчика: 0,00 - 600,00 кгс/см2

Порог обнуления: 5% от диапазона (30 kgf_cm2)

Точек усреднения: 1 Коррекция нуля датчика

Единицы измерения: кгс/см2

Аппаратный фильтр: **60 Гц**

Задержка между изм: без фильтра

Контроль диапазона: 50 Гц

Версия ПО датчика: 60 Гц

Идентификатор ПО датчика: 1.001.000

1C8698A2

Прочитать Записать Выход

Рисунок А.3 — Выбор аппаратного фильтра

2.2.4 Задержка между измерениями — временной интервал между измерениями в режиме непрерывного измерения. После выбора количества точек усреднения и аппаратного фильтра, в окне появляется минимальная задержка между измерениями. Установка меньшего значения невозможна.

2.2.5 Контроль диапазона. При включенном контроле диапазона датчик осуществляет проверку измеренного давления на выход за границы диапазона измерения. В случае превышения верхней границы диапазона измерения на 5% от диапазона и более в качестве результата измерения выдается код +INF. При выходе измеряемого давления на 5% от диапазона и более за нижнюю границу диапазона измерения в качестве результата измерения выдается код -INF.

2.3 После изменения настроек датчика необходимо нажать кнопку «Записать».

2.4 Для выхода из окна настройки датчика необходимо нажать кнопку «Выход», после чего будет открыто главное окно программы, в котором в дальнейшем выводятся результаты измерений.

3 Проверка датчика

3.1 Для проведения проверки датчика после настройки необходимо выдержать датчик во включенном состоянии в течение 30 мин.

3.2 Непосредственно перед проведением измерений рекомендуется подать на датчик давление, составляющее от 80 до 100 % от верхнего предела измерений.

3.3 Для считывания результатов измерения необходимо нажать кнопку «Запустить считывание». На рисунке А.4 приведен пример главного окна программы с информацией об измеренном давлении.

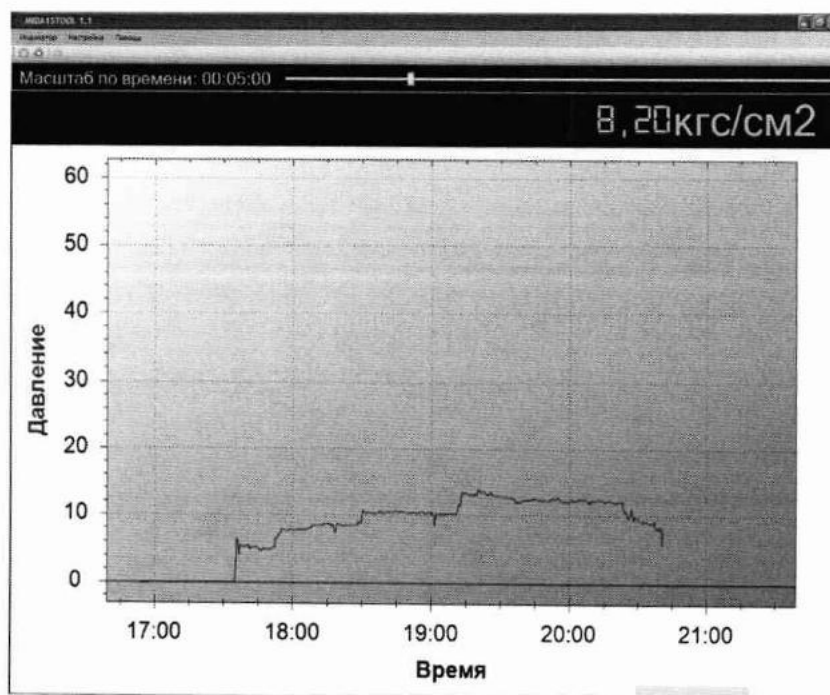


Рисунок А.4 – Вывод измеренного давления

3.4 Проверка датчика заключается в подаче на датчик давления и сравнение значения давления, показанного датчиком, с заданным. Если погрешность измерения давления датчиком не превышает погрешности, указанной в паспорте, датчик считается работоспособным, а настройка и опробование – выполненными.

4 Коррекция нуля датчика

4.1 Во всех датчиках предусмотрена коррекция смещения начального выходного сигнала (коррекция нуля). Коррекция выполняется по следующему алгоритму:

- вызвать окно настройки датчика (рисунок А.1). Если до этого проводились измерения по разделу 3, необходимо нажать кнопку «Остановить считывание». Затем выбрать пункт меню «Настройка→Настройка датчика».
- в окне настройки датчика нажать кнопку «Коррекция нуля датчика» (рисунок А.1), после чего на экране отобразится окно:

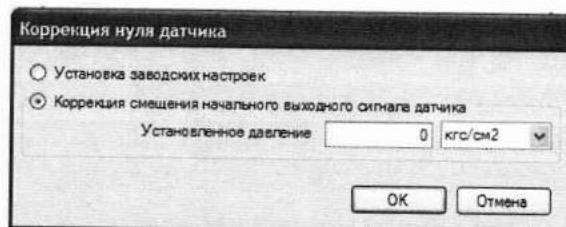


Рисунок А.5 – Коррекция нуля датчика

- подать на датчик давление, равное нижнему пределу измерения;
- ввести установленное значение давления в поле «Установленное давление» и нажать кнопку «ОК», после чего будет выдано сообщение о результате проведения коррекции.

4.2 Для отмены всех предыдущих коррекций необходимо выбрать пункт «Установка заводских настроек» и нажать кнопку «ОК».

Приложение Б
(обязательное)

Настройка и опробование датчиков МИДА-15. Протокол Modbus

1 Подготовка датчика к проведению настройки или опробования

1.1 Скачать с сайта www.midaus.com и установить на ПК программное обеспечение Mida15Tool Modbus.

1.2 Подключить к ПК устройство связи. Для датчиков с кодом выходного сигнала 064, использовать устройство связи – МИДА УС-408 –RS485 или МИДА УС-410.

2 Порядок проведения настройки

2.1 Настройка датчика включает настройку интерфейса обмена, установку единиц измерения и порядка цифрового фильтра, включение/выключение аппаратного фильтра и включение/выключение контроля диапазона.

2.2 Для настройки интерфейса обмена необходимо запустить «Конфигуратор датчиков Modbus», выбрав меню «Пуск→Программы→Mida15Tool Modbus→Настройка» или запустив Configurator.exe из каталога, куда установлена программа Mida15Tool Modbus. Окно конфигуратора показано на рисунке Б.1.

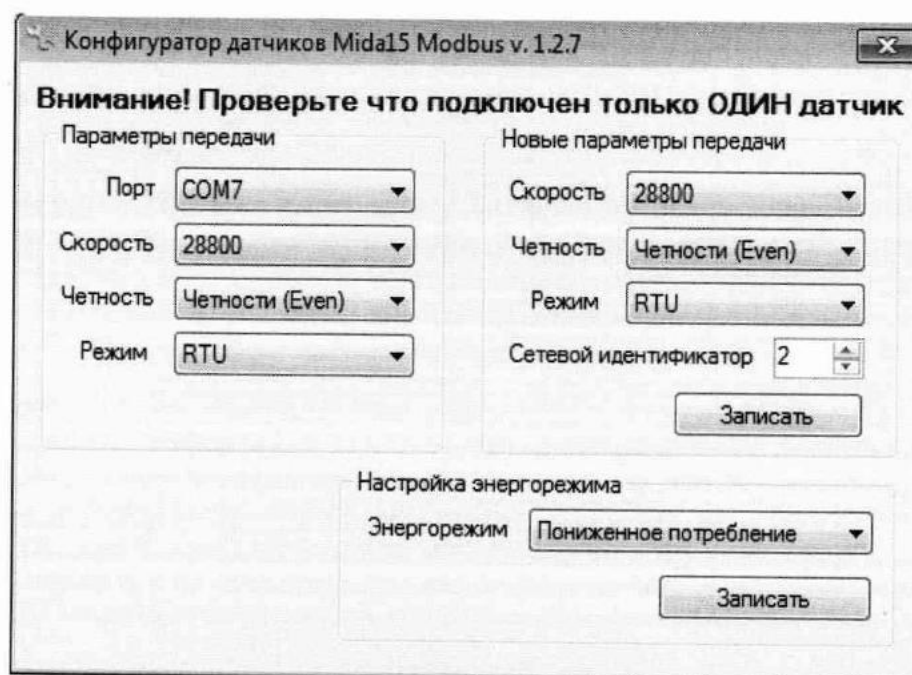


Рисунок Б.1 – Окно конфигуратора

Настройка интерфейса обмена осуществляется по следующему алгоритму:

- подключить датчик к устройству связи;
- в разделе «**Параметры передачи**» указать порт, к которому подключено устройство связи, и значения скорости обмена, контроля четности и режима протокола, установленные в подключенном датчике;
- в разделе «**Новые параметры передачи**» установить желаемые значения скорости обмена, контроля четности, режима протокола и сетевого идентификатора;
- нажать кнопку «**Записать**», после чего будет выдано сообщение с просьбой о перезагрузке датчика;

- не закрывая окна с сообщением, перезагрузить датчик кратковременным отключением питания;
- нажать кнопку «ОК», после чего будет произведено повторное чтение номера датчика, с использованием новых параметров интерфейса, и выдано сообщение о результате записи параметров.
- По умолчанию датчик находится в режиме нормального энергопотребления, в случае необходимости перевести датчик в режим **Пониженное потребление** можно воспользоваться разделом **Настройка энергорежима**, для этого необходимо выбрать необходимый энергорежим и нажать кнопку «записать». В случае ошибки: «Датчик не отвечает», убедитесь что настройки указанные в «Параметры передачи» указаны верно.

2.3 Для настройки единиц измерения, режима усреднения цифрового фильтра, включения/выключения аппаратного фильтра и включения/выключения контроля диапазона необходимо запустить программу мониторинга, выбрав меню «Пуск→Программы→Mida15Tool Modbus→Мониторинг» или запустив Visualizer.exe из каталога, куда установлена программа Mida15Tool Modbus. После этого на экране появится окно поиска датчиков, показанное на рисунке Б.2.

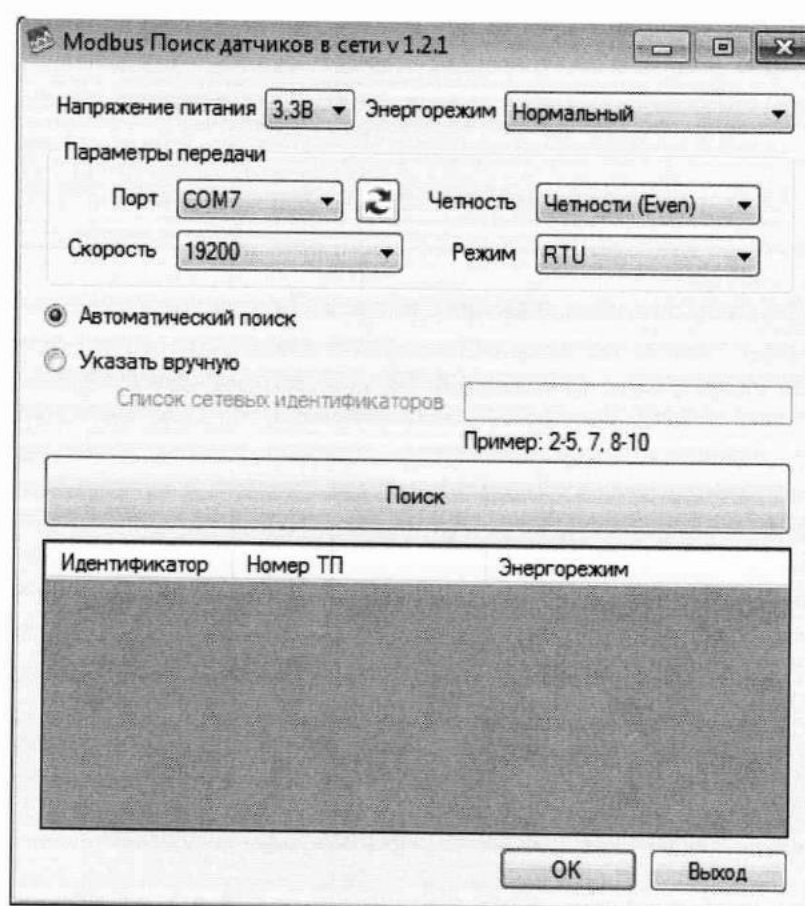


Рисунок Б.2 – Окно поиска датчиков

В окне поиска датчиков необходимо указать порт, к которому подключено устройство связи, параметры передачи и способ поиска датчиков. При автоматическом режиме поиск будет выполняться по всему диапазону допустимых сетевых идентификаторов (от 1 до 247). В ручном режиме список сетевых идентификаторов необходимо ввести в соответствующем поле.

В случае если устройство связи было подключено после запуска программы, необходимо нажать кнопку с двумя синими противоположно направленными стрелками для обновления списка COM-портов.

Выберите энергорежим, в котором работают датчики (по умолчанию датчики находятся в режиме «Нормальный»), в каком режиме работает конкретный датчик, будет отображено в третьем столбце в списке найденных датчиков. В случае несоответствия реального энергорежима и указанного в настройках: датчик в режиме «Нормальный», в настройках указано «пониженное потребление» - данные давления будут нормально считываться, но из-за отправки команды датчику на запуск измерения (необходимый в режиме пониженного энергопотребления) минимальный интервал опроса датчика будет немного больше. В обратном направлении, когда в настройках указано «Нормальный», а датчик в режиме «пониженное потребление»

датчик будет выдавать постоянное некорректное значение, т. к. перед запросом не отправляется команда на измерение.

Поиск начинается после нажатия кнопки «Поиск». Список найденных датчиков отображается в таблице, расположенной в нижней части окна поиска (рисунок Б.2)

После того как все датчики будут найдены, необходимо нажать кнопку «ОК». Для каждого датчика на экране будет отображено окно, показанное на рисунке Б.3.

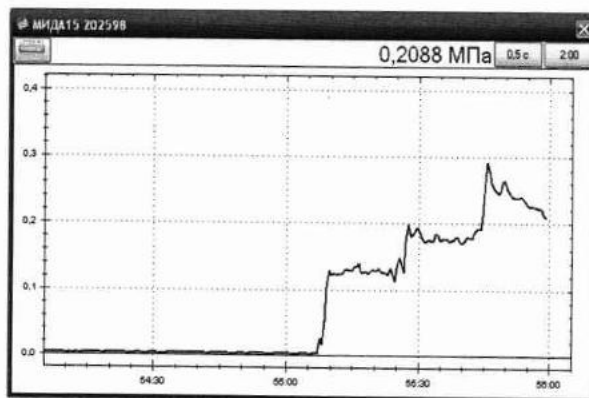


Рисунок Б.3 – Окно мониторинга давления

Масштаб графика по оси давления определяется автоматически. Масштаб по оси времени и интервал опроса настраиваются с помощью соответствующих кнопок. В левом верхнем углу окна мониторинга находится кнопка вызова меню, которое содержит следующие пункты:

- настройка датчика;
- коррекция нуля датчика;
- упорядочить окна;
- установить текущий интервал опроса для всех датчиков;
- установить текущий масштаб времени для всех датчиков;
- выход;
- справка;
- о программе.

Если при чтении измеренного давления возникнет ошибка, то вместо значения измеряемого давления будет отображено сообщение «Ошибка». Более подробную информацию можно увидеть во всплывающей подсказке. Для ее отображения необходимо нажать левой кнопкой мыши на сообщении.

Для изменения единиц измерения, порядка цифрового фильтра, включения/выключения аппаратного фильтра и включения/выключения контроля диапазона датчика необходимо выбрать пункт меню «Настройка датчика» в окне, соответствующем этому датчику. На экране будет отображено окно настройки датчика, показанное на рисунке Б.4.

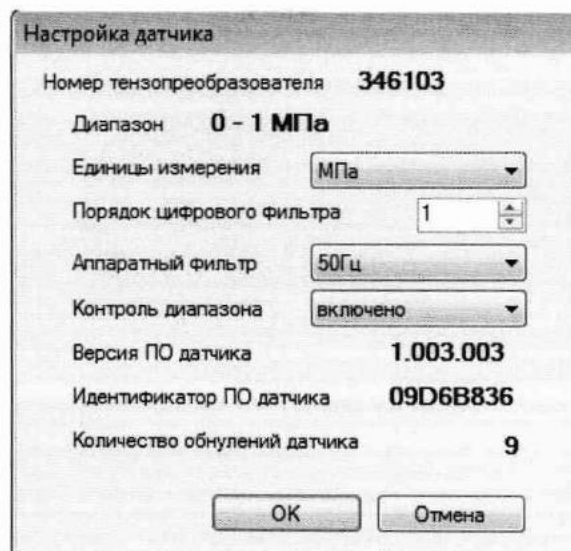


Рисунок Б.4 – Окно настройки датчика

Пользователю доступны следующие настройки датчика.

2.3.1 Единицы измерения для представления результата измерения. Выбор единиц измерений показан на рисунке Б.5.

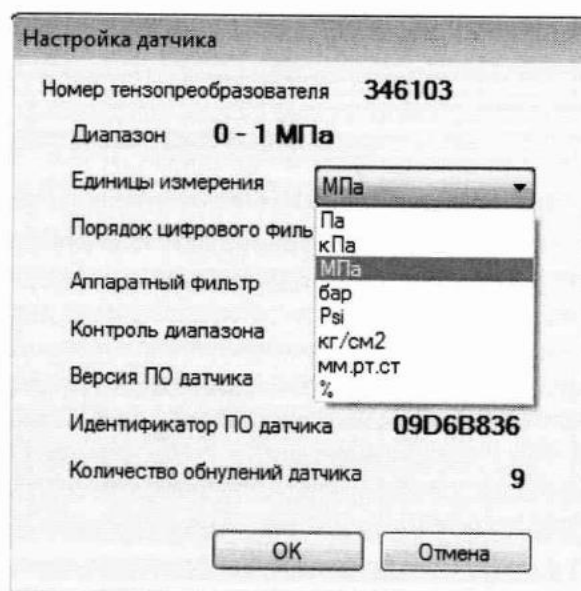


Рисунок Б.5 – Выбор единиц измерения

2.3.2 В датчике реализован цифровой однородный нерекурсивный фильтр, обеспечивающий дополнительную фильтрацию сигналов первичного преобразователя датчика и способствующий снижению уровня шумов в результатах измерения. Порядок фильтра задается в соответствующем поле окна настройки (рисунок Б.4).

2.3.3 Контроль диапазона. При включенном контроле диапазона датчик осуществляет проверку измеренного давления на выход за границы диапазона измерения. В случае превышения верхней границы измерения на 5% от диапазона и более, в качестве результата измерения выдается код +INF. При выходе измеряемого давления на 5% от диапазона и более за нижнюю границу диапазона измерения в качестве результата измерения выдается код -INF.

2.3.4 Фильтр обеспечивает дополнительную фильтрацию сигналов первичного преобразователя датчика и способствует снижению уровня шумов в результатах измерений. Включение фильтра увеличивает время, необходимое для проведения измерения. Возможные варианты включения фильтра: выключено, 50 Гц, 60 Гц.

3 Проверка датчика

3.1 Для проведения проверки датчика после настройки необходимо выдержать датчик во включенном состоянии в течение 30 мин.

3.2 Непосредственно перед проведением измерений рекомендуется подать на датчик давление, составляющее от 80 до 100 % от верхнего предела измерения.

3.3 Проверка датчика заключается в подаче на датчик давления и сравнение значения давления, показанного датчиком, с заданным. Результаты измерения для каждого датчика отображаются в соответствующем этому датчику окне мониторинга давления (рисунок Б.3). Если погрешность измерения давления датчиком не превышает погрешности, указанной в паспорте, то датчик считается работоспособным, а настройка и опробование – завершенными.

4 Коррекция нуля датчика

4.1 Во всех датчиках предусмотрена коррекция смещения начального выходного сигнала (коррекция нуля). Коррекция выполняется по следующему алгоритму:

- выбрать в окне мониторинга давления (рисунок Б.3) пункт меню «Коррекция нуля датчика», после чего на экране отобразиться окно:

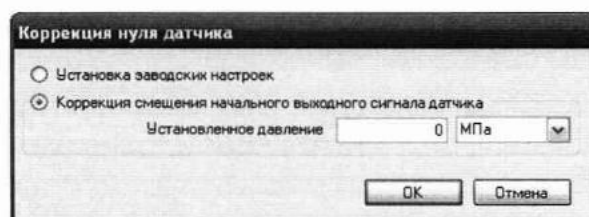


Рисунок Б.6 – Коррекция нуля датчика

- подать на датчик давление, равное нижнему пределу измерения;
- ввести установленное значение давления в поле «Установленное давление» и нажать кнопку «ОК», после чего будет выдано сообщение о результате проведения коррекции.

4.2 Для отмены всех предыдущих коррекций необходимо выбрать пункт «Установка заводских настроек» и нажать кнопку «ОК».

Приложение В

(обязательное)

Корректировка начального значения выходного сигнала датчиков давления МИДА-ДИ-15 с токовым выходным сигналом

Действия по настоящей инструкции распространяются на датчики, выпущенные после 01.01.2018 г.

Примечание – Датчики 4-20 мА, изготовленные до 01.01.2018 г. имеют подстроечные резисторы «Нуля» и «Диапазона».

Настоящая инструкция предназначена для корректировки (в случае необходимости) начального значения выходного сигнала датчиков МИДА-15 с выходным сигналом от 4 до 20 мА (код выходного сигнала 01), не имеющих элемента подстройки «0» в виде переменного резистора.

Корректировка сигнала производится в условиях лаборатории КИП с помощью программы (CorrectZeroPGAI) «Корректировка нуля у датчиков PGAI» и комплекта аппаратных средств.

Для выполнения операции корректировки начального значения выходного сигнала, требуются:

- персональный компьютер (в дальнейшем ПК) под управлением операционной системы Windows;
- устройство связи МИДА-УС-411 (поставляется по отдельному заказу);
- цифровой мультиметр с пределом измерения в режиме измерения постоянного тока 10 мА (20 мА), входным сопротивлением не более 100 Ом и погрешностью измерения тока не хуже, чем 1/3 основной приведенной погрешности датчика,
- кабель USB 2.0 A-Male – B-Male (в дальнейшем – USB-кабель).

Блок-схема подключения датчика и аппаратуры, необходимой для корректировки выходного сигнала датчика приведена на рисунке В.1.

Примечание – В зависимости типа электрического подключения датчика (колодка, кабель, разъем и т.д.) устройство связи МИДА-УС-411 комплектуется жгутом МДВГ.685621... соответствующего исполнения. При заказе на приобретение следует указать тип электрического подключения датчика, с которым будет использоваться устройство связи.

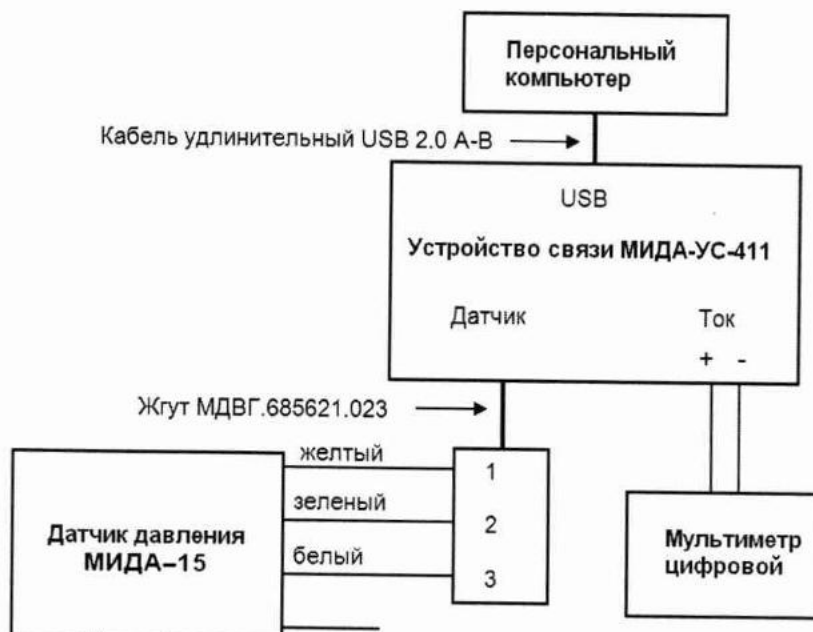


Рисунок В.1- Блок-схема подключения датчика с выходным сигналом от 4 до 20 мА

Примечание – Для измерения выходного тока датчика можно использовать цифровой вольтметр с пределом измерения 1 В (2 В) и катушку сопротивления (прецизионный резистор) с номинальным сопротивлением не более 100 Ом. При этом полная погрешность канала измерения не должна превышать 1/3 основной приведенной погрешности датчика.

Программа «Корректировка нуля у датчиков PGAI» (CorrectZeroPGAI) устанавливается с сайта www.midaus.com/dokumentatsiya/programmnoe-obespechenie-dlya-priborov-mida.html путём скачивания и запуска инсталлятора.

По окончании установки программы CorrectZeroPGAI, начнётся установка «.NET Framework v4», необходимого для корректной работы программы.

С сайта <http://www.ftdichip.com/VPC.htm> следует установить драйвер для микросхемы FT232, используемый в УС-411, после установки которого в диспетчере устройств, в разделе «Порты (COM и LPT)», должен появиться пункт: USB Serial Port (COM XX), где XX номер виртуального COM порта.

Для выполнения процедуры корректировки начального значения выходного сигнала датчика необходимо:

а) Подключить к гнездам на передней панели устройства связи цифровой мультиметр в режиме измерения постоянного тока. Устройство связи соединяется с компьютером посредством USB-кабеля. После соединения устройства связи и компьютера на передней панели устройства связи загорается зеленый светодиод, сигнализирующий о включенном состоянии схемы.

Питание датчика обеспечивается устройством связи.

В процессе работы недопустимо разрывать электрические соединения в схеме.

б) Установить на входе датчика точное значение давления, соответствующего минимальному («нулевому») значению из диапазона измеряемых датчиком давлений.

в) После запуска программы на экране монитора отобразится окно программы, показанное на рисунке В.2, в котором доступна единственная кнопка «Читать», щелчок по которой инициализирует процедуру чтения данных из датчика.

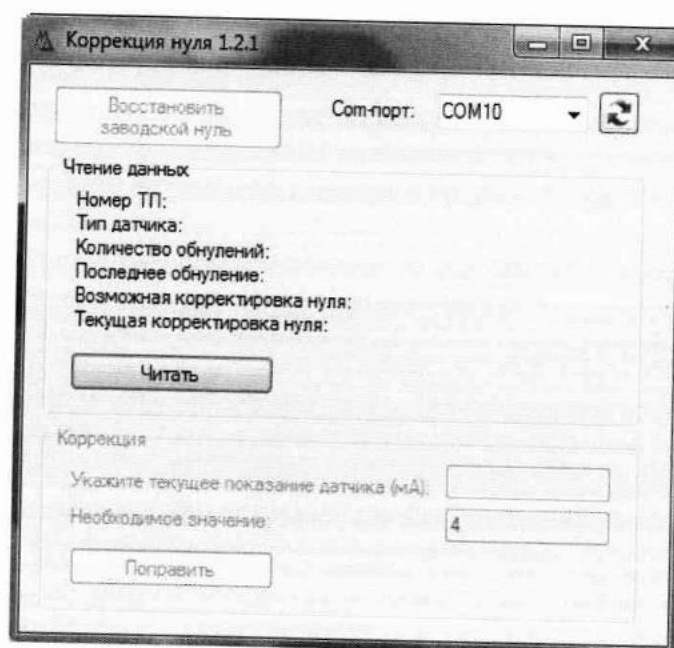


Рисунок В.2 – Окно программы

Процедура сопровождается свечением желтого светодиода на передней панели устройства связи.

По окончании считывания данных желтый светодиод гаснет, а окно программы принимает вид, показанный на рисунке В.3.

г) Необходимо ввести текущее значение выходного тока датчика, измеренное мультиметром, в ячейку «Укажите текущее показание датчика (мА)». В ячейку «Необходимое значение», вводится необходимое начальное значение выходного тока, как правило, это 4 мА. В качестве десятичного разделителя используется точка.

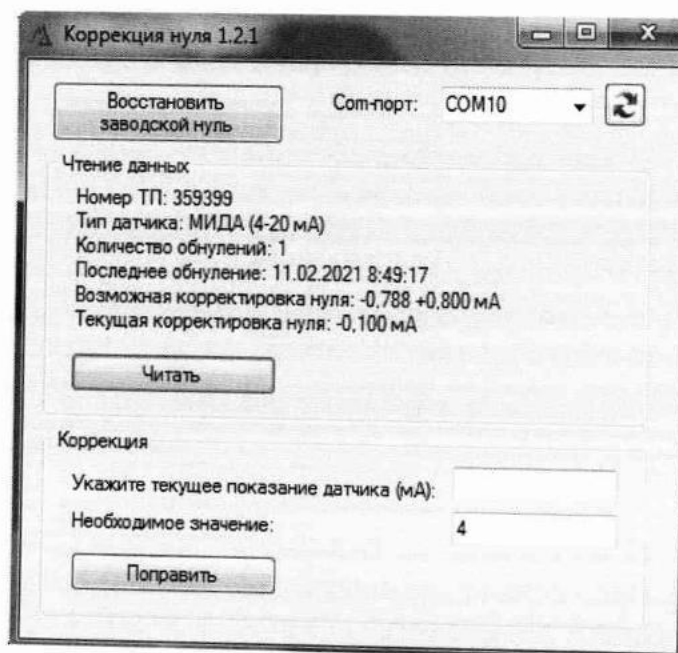


Рисунок В.3 – Окно программы после считывания данных

д) Щелчком «мыши» по кнопке «Поправить» начальное значение выходного сигнала будет приведено к необходимому значению с погрешностью не хуже 3мкА.

Примечания

1 При необходимости, начальное значение выходного сигнала можно вернуть к величине, установленной при изготовлении датчика, щелкнув по кнопке «Восстановить заводской нуль».

2 Для датчиков абсолютного давления (ДА), в случае когда отсутствует техническая возможность установить разрежение, соответствующее нижнему пределу измерений, можно в качестве опорного использовать точное (измеренное образцовым барометром) значение атмосферного давления. Методика расчета значения выходного сигнала датчика приведена в п.2.3.1, 2) настоящего руководства. Это (расчетное) значение следует ввести в ячейку «Необходимое значение».

3 Для датчиков избыточного давления-разрежения (ДИВ) при корректировке необходимо рассчитать и установить значение выходного сигнала при нулевом значении (отсутствии разрежения) входного давления. Расчет проводится по формуле:

$$I_{P0} = 16 / (|P_{\text{раз}}| + P_{\text{изб}}) \times P_{\text{раз}} + 4$$

Где

I_{P0} – выходной ток датчика при отсутствии разрежения на входе, мА;

$P_{\text{раз}}$ – нижний предел (разрежение) из диапазона измеряемых давлений, МПа;

$P_{\text{изб}}$ – верхний предел избыточного давления из диапазона измеряемых давлений, МПа

Полученное, в результате расчета значение давления следует внести в ячейку «Необходимое значение».

Приложение Г
(обязательное)

Корректировка начального значения выходного сигнала датчиков давления МИДА-15 с выходными сигналами в виде напряжения постоянного тока

Действия по настоящей инструкции распространяются на датчики выпущенные после 01.01.2018.

Примечание – Датчики изготовленные до 01.01.2018 предназначались только для использования в составе вычислителей – корректоров ЕК-270, ЕК-290 производства ООО «Elster –Газэлектроника» (г.Арзамас»). В названных устройствах предусмотрена процедура коррекции выходного сигнала всего канала давления, включая датчик.

Для выполнения операции корректировки начального значения выходного сигнала датчиков давления МИДА-15-051, МИДА-15-055, МИДА-15-058 с выходным сигналом 0,4-2 В и МИДА-15-052, МИДА-15-057, МИДА-15-059 с выходным сигналом 0,5-4,5 В (в дальнейшем – датчиков) требуются:

- персональный компьютер (в дальнейшем ПК) под управлением операционной системы Windows,
- устройство связи УС-412,
- цифровой вольтметр с пределом измерения напряжения постоянного тока 10 В и погрешностью измерения не хуже, чем 1/3 основной приведенной погрешности датчика,
- кабель USB 2.0 A-Male – B-Male (в дальнейшем – USB-кабель).

Программа «Корректировка нуля у датчиков PGAU» (CorrectZeroPGAU) устанавливается с сайта www.midaus.com/dokumentatsiya/programmnoe-obespechenie-dlya-priborov-mida.html путём скачивания и запуска инсталлятора.

По окончании установки программы CorrectZeroPGAU, начнётся установка .NET Framework v4, необходимого для корректной работы программы.

С сайта <http://www.ftdichip.com/VPC.htm> следует установить драйвер для микросхемы FT232, используемый в УС-412, после установки которого в диспетчере устройств, в разделе «Порты (COM и LPT)», должен появиться пункт: USB Serial Port (COM XX), где XX номер виртуального COM порта.

Блок-схема подключения датчика и аппаратуры, необходимой для корректировки выходного сигнала датчика приведена на рисунке Г.1.



Рисунок Г.1- Блок-схема подключения датчика с выходным сигналом 0,5-4,5 В

Для выполнения процедуры корректировки начального значения выходного сигнала датчика необходимо подключить к гнездам на передней панели устройства связи цифровой вольтметр в режиме измерения напряжения постоянного тока. Устройство связи соединяется с компьютером посредством USB-кабеля. После соединения устройства связи и компьютера на передней панели устройства связи загорается зеленый светодиод, сигнализирующий о включенном состоянии схемы. Датчик соединяется с устройством связи посредством жгута. Питание датчика обеспечивается устройством связи.

В процессе работы недопустимо разрывать электрические соединения в схеме.

После запуска программы на экране монитора отобразится окно программы, показанное на рис. Г.2. В раскрывающемся меню «Напряжение питания» необходимо выбрать требуемое значение: 3,3 В или 5 В. Щелчком по кнопке «Читать» вызываем процедуру чтения данных из датчика. Процедура сопровождается свечением желтого светодиода на передней панели устройства связи.

По окончании считывания данных желтый светодиод гаснет, а окно программы принимает вид, показанный на рис. Г.2.

Необходимо ввести текущее значение выходного сигнала датчика, измеренное вольтметром, в ячейку «Укажите текущее показание датчика (В)». В ячейку «Необходимое значение», вводится необходимое начальное значение выходного сигнала, как правило, это 0,4 В или 0,5 В для датчиков МИДА-15-051 и МИДА-15-052 соответственно. В качестве десятичного разделителя используется точка.

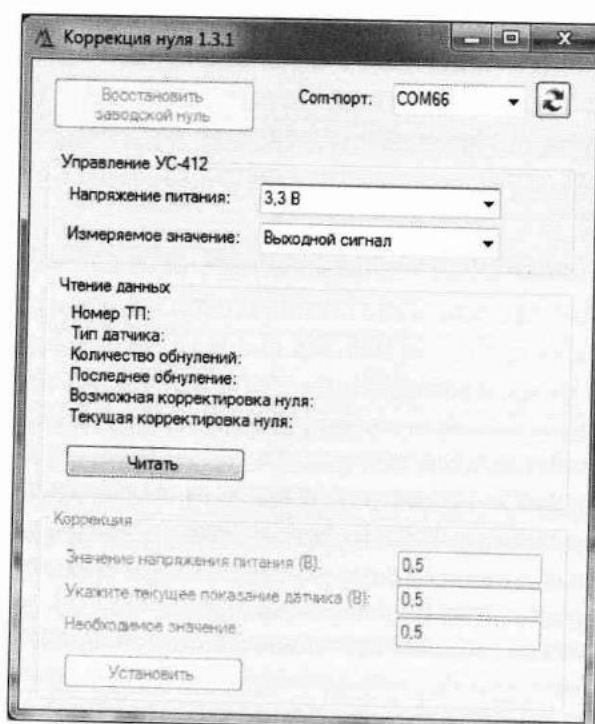


Рисунок Г.2 – Окно программы

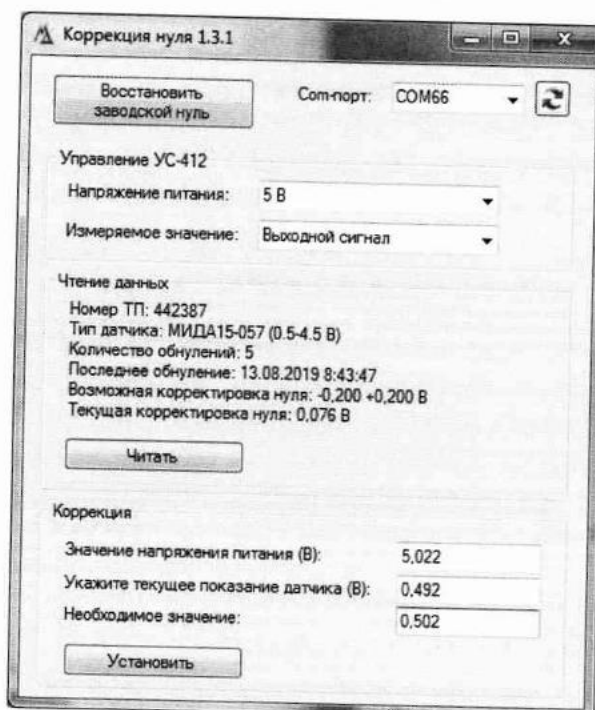


Рисунок Г.3 – Окно программы после считывания данных

Щелчком «мышь» по кнопке «Установить» начальное значение выходного сигнала будет приведено к необходимому значению.

При работе с датчиками МИДА-15-055, МИДА-15-058, МИДА-15-057, МИДА-15-059 дополнительно в меню «Измеряемое значение» нужно выбрать пункт «U питания» и считать значение напряжения питания с индикатора мультиметра. Необходимое значение выходного сигнала, которое следует ввести в ячейку «Необходимое значение» формуле:

$$U_{\text{ВЫХ}} = \frac{U_{\text{П}}}{U_{\text{ПН}}} \times \left[(U_{\text{В}} - U_{\text{Н}}) \times \frac{P - P_{\text{МИН}}}{P_{\text{МАКС}} - P_{\text{МИН}}} + U_{\text{Н}} \right]$$

где $U_{\text{ВЫХ}}$ - текущее значение выходного сигнала, В;

$U_{\text{ПН}}$ - номинальное значение напряжения питания, В;

$U_{\text{П}}$ - фактическое значение напряжения питания, В;

$U_{\text{В}}$ - верхнее предельное значение выходного сигнала, В;

$U_{\text{Н}}$ - нижнее предельное значение выходного сигнала, В;

P - текущее значение измеряемого давления, МПа;

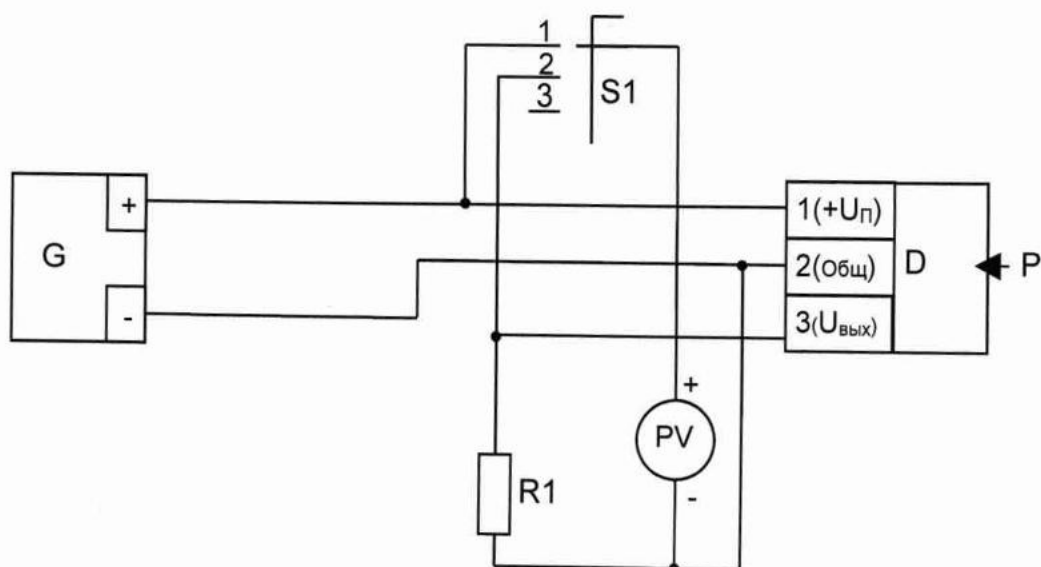
$P_{\text{МИН}}$ - нижний предел измерений давления, МПа;

$P_{\text{МАКС}}$ - верхний предел измерений давления (разрежения для ДВ), МПа

При необходимости начальное значение выходного сигнала можно вернуть к величине, установленной при изготовлении датчика, щелкнув по кнопке «Восстановить заводской нуль».

Приложение Д
(обязательное)

Схемы подключения датчиков МИДА-15 для настройки и проверки.



G – источник питания постоянного тока;

D – проверяемый датчик;

R1 – резистор С2-29В-0,125-20 кОм $\pm 1\%$;

PV – вольтметр или мультиметр;

S1 – переключатель малогабаритный галетный ПГЗ-3П1Н

Рисунок Д.1 - Схема включения приборов при проверке датчиков с выходным сигналом в виде напряжения постоянного тока от 0,4 до 2,0 и от 0,5 до 4,5 В.

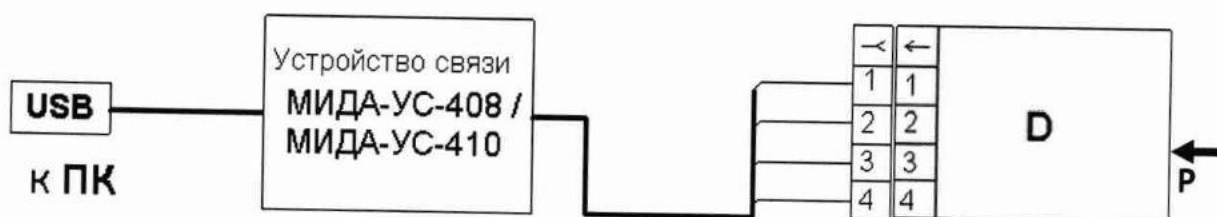


Рисунок Д.2- Схема подключения датчиков с протоколами обмена Modbus и Mida интерфейса RS485 к персональному компьютеру (ПК)

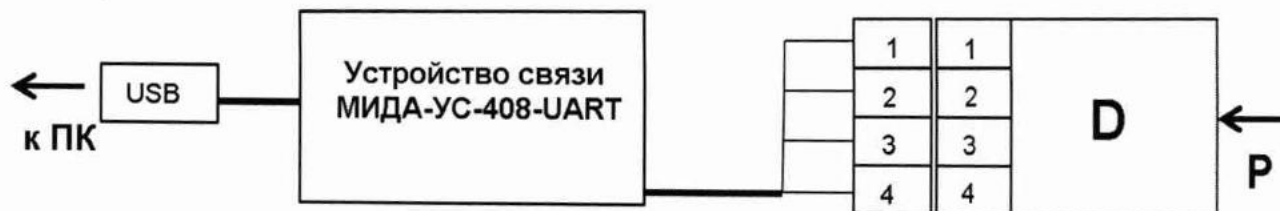
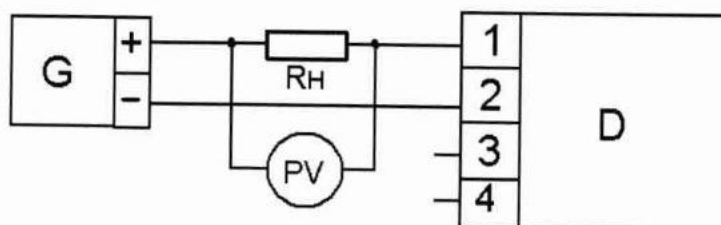
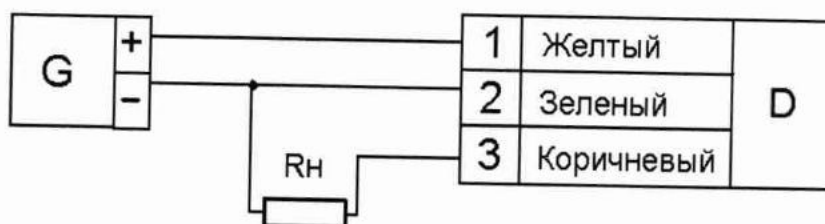


Рисунок Д.3 - Схема подключения датчиков с протоколом обмена Mida на основе интерфейса UART к персональному компьютеру



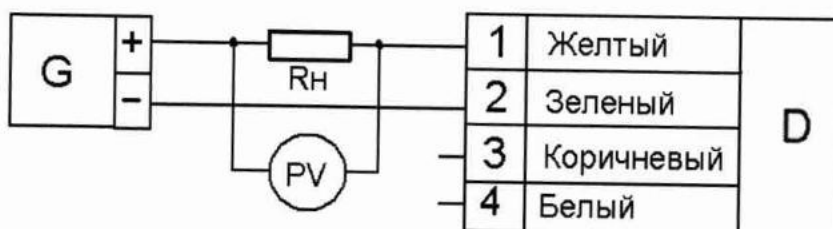
G – источник питания постоянного тока;
D – проверяемый датчик;
 R_n – нагрузочный резистор C2-29B-0,125-1 кОм $\pm$ 1 %;
PV- вольтметр постоянного тока

Рисунок Д.4 - Схема подключения датчиков с выходным сигналом в виде постоянного тока 4-20 мА (код линии 01) при проверке и настройке.



R_n – нагрузочный резистор C2-29B-0,125-20 кОм $\pm$ 1%

Рисунок Д.5 - Схема включения при проверке и настройке датчиков МИДА-15-А с выходным сигналом в виде напряжения постоянного тока 0,5-4,5 (код выходного сигнала 057).



R_n – нагрузочный резистор C2-29B-0,125-1 кОм $\pm$ 1 %; PV- вольтметр постоянного тока

Рисунок Д.6 - Схема включения при проверке и настройке датчиков МИДА-ДИ-15-М-А с выходным сигналом в виде постоянного тока 4-20 мА (код выходного сигнала 01)