

Закрытое акционерное общество
«Микроэлектронные датчики и устройства»
ЗАО МИДАУС

УТВЕРЖДАЮ

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ЗАО МИДАУС

В.М.Стучебников
В.М.Стучебников

«25» _____ 2017 г.



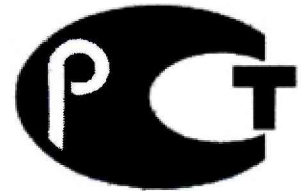
ОКП 42 1281



в части раздела 4 «Методика поверки»
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»

Н.В.Иванникова
Н.В. Иванникова

«25» _____ 2017 г.



ME65

**ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ
МИДА-15**

Руководство по эксплуатации
МДВГ.406233.033 РЭ



4 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

4.1 Введение

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки датчиков давления МИДА-15.

Представленный на поверку датчик должен иметь паспорт или документ, его заменяющий, а также документ, удостоверяющий факт проведения предыдущих поверок (при очередной периодической поверке);

Поверка датчиков проводится при нормальных условиях, указанных в 4.5.

Интервал между поверками:

1 год - для датчиков с пределом допускаемой погрешности $\pm 0,05$ %;

3 года - для датчиков с пределом допускаемой погрешности $\pm 0,1$ %;

5 лет - для всех остальных датчиков.

4.2 Операции поверки

4.2.1 При проведении поверки датчика должны выполняться операции в соответствии с таблицей 13.

Т а б л и ц а 13

Наименование операции	Номера пунктов в методике
Внешний осмотр	4.6.1
Опробование (проверка функционирования)	4.6.2
Проверка герметичности	4.6.3
Определение основной погрешности и вариации выходного сигнала	4.6.4; 4.7.1; 4.7.2

4.2.2 Перед опробованием, определением основной погрешности и вариации выходного сигнала датчик подключают к внешним цепям и устройствам в соответствии с приложением «Г».

4.3 Средства поверки

При проведении поверки должны быть применены следующие эталоны, средства измерения и вспомогательное оборудование:

1) Персональный компьютер с операционной системой не ниже Windows XP и установленными программами Mida15Tool, Mida15Tool Modbus (только для датчиков с цифровым выходным сигналом).

2) Устройство связи МИДА-УС- 408-UART для датчиков с кодом выходного сигнала 061, 062, 063 устройство связи МИДА-УС-408(410)-RS485 для датчиков с кодом выходного сигнала 064.

3) Мультиметр цифровой Agilent 3441A. $|\gamma| = 0,002\%$ для предела измерения 0-10В.

4) Датчик избыточного давления 1-го разряда «Воздух-4000». $|\gamma| = 0,02\%$ в диапазоне измерений от 20 до 40000 Па.

5) Манометр образцовый ИПДЦ ТУ 25-05.2372-79. $|\gamma| = 0,06; 0,1; 0,15\%$ для пределов измерений от 0,006 до 16 МПа.

6) Манометр грузопоршневой МП-2,5 1-го, 2-го, 3-го разряда, ГОСТ Р 8.802-2012. $|\gamma| = 0,02\%$ от измеряемого давления в диапазоне измерений от 0 до 0,25 МПа.

7) Манометр грузопоршневой МП-6 1-го, 2-го, 3-го разряда, ГОСТ Р 8.802-2012. $|\gamma| = 0,02\%$ от измеряемого давления в диапазоне измерений от 0,04 до 0,6 МПа.

8) Манометр грузопоршневой МП-60 1-го, 2-го, 3-го разряда, ГОСТ Р 8.802-2012. $|\gamma| = 0,02\%$ от измеряемого давления в диапазоне измерений от 0,1 до 6 МПа.

9) Манометр грузопоршневой МП-600 1-го, 2-го, 3-го разряда, ГОСТ Р 8.802-2012. $|\gamma| = 0,02\%$ от измеряемого давления в диапазоне измерений от 6 до 60 МПа.

10) Манометр грузопоршневой МП-2500 2-го разряда, ГОСТ Р 8.802-2012. $|\gamma| = 0,05\%$ от измеряемого давления в диапазоне измерений от 15 до 250 МПа.

11) Манометр образцовый абсолютного давления типа МПА-15 ТУ 50-62-93. Класс точности 0,01 в диапазоне измерений абсолютного давления от 0 до 400 кПа.

12) Мановакууметр грузопоршневой МВП - 2,5 ТУ 50-46-73. Пределы измерений 0 – 0,095 МПа. Погрешность ± 5 Па.

13) Барометр БРС-1 6Г2.832.037 ТУ. Пределы измерений 600...1100 гПа. Погрешность 33 Па.

Примечания

1 Допускается применять средства измерений и оборудование с характеристиками не хуже указанных.

2 Для поверки датчиков МИДА-ДИ-15-Э класса точности 0,05 следует использовать образцовые грузопоршневые манометры 1-го разряда с погрешностью $|\gamma|$ не более 0,02 % от измеряемого давления.

3 Средства измерений должны быть поверены в соответствии с «Порядком проведения поверки средств измерений, требованиями к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденные приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815.

4.4 Требования безопасности при поверке

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

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

4.4.3 Поверитель должен быть аттестован в соответствии с ГОСТ Р 56069-2014.

4.5 Условия поверки

4.5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- 1) Датчики должны быть установлены в рабочее положение в соответствии с 2.2.4.
- 2) Температура окружающего воздуха плюс 20 ± 5 °С, относительная влажность от 30 до 80%. Датчик предварительно выдерживают при указанной температуре и влажности не менее 1 ч.
- 3) Атмосферное давление от 84,0 кПа до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).
- 4) Выдержка датчика перед началом поверки после включения питания должна быть не менее 0,5 ч.

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

4.5.2 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.

4.6 Проведение поверки.

4.6.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие датчиков следующим требованиям:

- 1) Поверяемые датчики не должны иметь повреждений, препятствующих их применению;
- 2) Маркировка датчика должна соответствовать данным, указанным в паспорте.

4.6.2 При опробовании датчиков проводят проверку функционирования корректора НУЛЯ и (при необходимости) подстройку начального значения выходного сигнала.

4.6.2.1 Опробование датчиков с кодом выходного сигнала 01, 051, 052 заключается в следующем:

- задают одно (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 вращением корректора НУЛЯ устанавливают исходное или другое, более точное (при необходимости) значение выходного сигнала.

4.6.2.2 При опробовании датчиков с кодом выходного сигнала 058, 059 (имеют пропорциональную зависимость выходного сигнала от напряжения питания и корректор НУЛЯ) подключают датчик к грузопоршневому манометру или другому эталонному задатчику давления.

Включают датчик в электрическую схему, показанную на рисунке Г.1, приложения Г. 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 30 минут.

Затем следует:

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

2 Номинальное значение диапазона выходного сигнала датчика ($U_{В}-U_{Н}$) разделить на номинальное значение напряжения питания $U_{ПН}$ и умножить на фактическое (измеренное) значение напряжения питания $U_{П}$. Зафиксировать полученное значение.

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

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

6 Подать на датчик давление $P_{МАКС}$, соответствующее верхнему пределу измерения.

7 Вставить жало отвертки в шлиц поводка регулировочного резистора ДИАПАЗОН и, вращая её, установить значение выходного сигнала, равное $U_{ВФ}$ с максимально достижимой точностью.

8 Рассчитать фактическое значение выходного сигнала $U_{НФ}$ при нижнем пределе измеряемого давления $P_{МИН}$, разделив номинальное значение нижнего предела выходного сигнала $U_{Н}$ на номинальное значение напряжения питания $U_{ПН}$ и умножив на фактическое значение напряжения питания $U_{П}$. Зафиксировать результат расчета.

9 Подать на датчик давление $P_{МИН}$, соответствующее нижнему пределу измерения.

10 Вставить жало отвертки в шлиц поводка регулировочного резистора НУЛЬ и, вращая её, установить значение выходного сигнала, равное $U_{НФ}$ с максимально достижимой точностью.

П р и м е ч а н и я

1 Применены условные обозначения в соответствии с разделом 1.2.9.

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

4.6.2.3 Опробование и настройка начального значения (НУЛЯ) выходного сигнала датчиков с цифровым выходным сигналом проводится в соответствии с методиками, изложенными в приложении «И» – для датчиков с кодами выходного сигнала 061-063, и в приложении «К» – для датчиков с кодами выходного сигнала 064.

В датчиках с выходным сигналом в виде напряжения постоянного тока, с пропорциональной зависимостью от напряжения питания (код сигнала 055, 057) корректоры нуля и диапазона отсутствуют.

4.6.3 Герметичность датчиков проверяют по методике 4.5.2. Допускается определение герметичности датчика совмещать с определением герметичности системы.

4.6.4 Определение основной погрешности (γ) и вариации ($\gamma_{В}$) выходного сигнала.

Перед проведением измерений для определения основной погрешности и вариации производят проверку и, при необходимости, настройку НУЛЯ датчика.

Для определения основной погрешности и вариации производят замеры 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.

Для создания в рабочей полости датчика требуемого значения измеряемого давления используется образцовый задатчик-измеритель давления соответствующего класса точности.

4.6.4.1 Значение измеренного давления датчиками с выходным сигналом в виде напряжения постоянного тока определяется:

а) по формуле (4.1) - Для датчиков с выходным сигналом, имеющим пропорциональную зависимость от напряжения питания (код сигнала 055, 057, 58, 59);

$$P_{II} = \frac{U_{III}}{U_{II}} \left[(P_M - P_H) \frac{U - U_{МИН}}{U_{МАКС} - U_{МИН}} + P_H \right], \quad (4.1)$$

где P_{II} – текущее значение давления по показаниям датчика, МПа;
 U_{III} – номинальное значение напряжения питания В;
 U_{II} – фактическое значение напряжения питания, В;
 P_M – верхний предел диапазона измеряемых давлений (разрежений для ДВ), МПа;
 P_H – нижний предел диапазона измеряемых давлений (разрежений для ДИВ), МПа;
 U – текущее значение выходного сигнала датчика, В;
 $U_{МИН}$ – начальное (нулевое) значение выходного сигнала, В;
 $U_{МАКС}$ – максимальное значение выходного сигнала, В;

б) по формуле (4.2) - Для датчиков с выходным сигналом, не зависящим от напряжения питания (код сигнала 051, 052)

$$P_{II} = (P_M - P_H) \frac{U - U_{МИН}}{U_{МАКС} - U_{МИН}} + P_H \quad (4.2)$$

Обозначения в (4.2), аналогичны примененным в формуле (4.1);

в) по формуле (4.3) – для датчиков с выходным сигналом в виде постоянного тока 4-20 мА (код сигнала 01)

$$P_{II} = (P_M - P_H) \frac{I - I_{МИН}}{I_{МАКС} - I_{МИН}} + P_H \quad (4.3)$$

где P_{II} – текущее значение давления по показаниям датчика, МПа;
 P_M – верхний предел диапазона измеряемых давлений (разрежений для ДВ), МПа;
 P_H – нижний предел диапазона измеряемых давлений (разрежений для ДИВ), МПа;
 I – текущее значение выходного сигнала датчика, мА;
 $I_{МИН}$ – начальное (нулевое) значение выходного сигнала - 4 мА;
 $I_{МАКС}$ – максимальное значение выходного сигнала - 20 мА.

П р и м е ч а н и е – При расчете значения P_{II} для датчиков ДИВ в формулах 4.1, 4.2, 4.3 необходимо учитывать, что значение максимального разрежения P_H , имеет знак «минус».

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

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

П р и м е ч а н и е - Для датчиков ДД имитация воздействия разности давлений может создаваться путем подачи в его «плюсовую» рабочую полость избыточного давления из диапазона нормируемых разностей давлений (1.2.1), при минусовой полости, соединенной с атмосферой.

4.7 Обработка результатов измерений

4.7.1 Основную приведенную погрешность γ в процентах от диапазона вычисляют для каждого из заданных значений давления по формуле (4.4)

$$\gamma = [(P_{II} - P) / (P_{МАКС} - P_{МИН})] \bullet 100, \quad (4.4)$$

где P_H - значение давления, по показаниям датчика, МПа;

P - действительное значение измеряемого давления, МПа;

$P_{МАКС}$, $P_{МИН}$ - верхний и нижний пределы измерений проверяемого датчика, МПа.

Основная погрешность датчика равна максимальному значению из вычисленных значений.

4.7.2 Вариацию выходного сигнала (γ_B) в процентах от диапазона вычисляют для каждого задаваемого значения давления по формуле (4.5):

$$\gamma_B = [(P - P') / (P_{МАКС} - P_{МИН})] \bullet 100, \quad (4.5)$$

где P , P' - значения давления, соответствующие одному и тому же задаваемому давлению при прямом и обратном ходе;

$P_{МАКС}$, $P_{МИН}$ – аналогично обозначениям, примененным в формуле (4.4).

Вариация выходного сигнала датчика равна максимальному из вычисленных значений и не должна превышать 0,1 % от диапазона изменения выходного сигнала.

Допускается для определения вариации выходного сигнала использовать формулу (4.6)

$$\gamma_B = | \gamma_n - \gamma_o |, \quad (4.6)$$

где γ_n и γ_o - основные погрешности датчика соответственно при прямом и обратном ходе.

Допускается вместо определения действительных значений погрешности и вариации устанавливать соответствие их допустимым значениям.

4.7.3 Выбор образцовых средств измерения для определения основной погрешности и вариации.

При выборе образцовых средств должны быть соблюдены следующие условия:

а) при поверке, когда выходной сигнал в виде напряжения постоянного тока измеряется вольтметром, а токовый сигнал - амперметром:

$$100 \times \sqrt{(\Delta P / P_{\max})^2 + [\Delta Y / (Y_B - Y_H)]^2} \leq K \times | \gamma |, \quad (4.7)$$

где ΔP - предел допускаемой абсолютной погрешности образцового прибора, контролирующего входное давление, при значении давления, равном верхнему пределу измерений проверяемого датчика, в тех же единицах, что и P_{\max} ;

P_{\max} - верхний предел измерений проверяемого датчика МИДА-ДИ-15, МИДА-ДА-15, МИДА-ДВ-15 и сумма верхних пределов измерений избыточного давления P_{\max} изб. дав. и разрежения P_{\max} разр. МИДА-ДИВ-15;

ΔY - предел допускаемой абсолютной погрешности образцового прибора, контролирующего выходной сигнал, при верхнем предельном значении выходного сигнала проверяемого датчика;

$K = 0,25$ для датчиков с $\gamma = 0,5 \%$, $K = 0,5$ для датчиков с $\gamma = 0,15 \%$, $\gamma = 0,2 \%$, $\gamma = 0,25 \%$;

б) при поверке, когда выходной сигнал в виде постоянного тока измеряется вольтметром по падению напряжения на образцовом сопротивлении:

$$100 \times \sqrt{(\Delta P / P_{\max})^2 + [\Delta U / (U_B - U_H)]^2 + (\Delta R / R_{об})^2} \leq K \times | \gamma |, \quad (4.8)$$

где ΔU - предел допускаемой абсолютной погрешности образцового прибора, контролирующего выходной сигнал, при верхнем предельном значении выходного сигнала проверяемого датчика в тех же единицах, что и U_{\max} , мВ;

ΔR - предел допускаемой абсолютной погрешности образцового сопротивления $R_{об}$;

$R_{об}$ - значение образцового сопротивления, Ом;

U_B , U_H - соответственно верхнее и нижнее предельные значения напряжения выходного сигнала, измеряемого на образцовом сопротивлении:

$$U_H = I_H \times R_{об}, \quad (4.9)$$

$$U_B = I_B \times R_{об}, \quad (4.10)$$

I_B, I_H - соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного тока датчика.

в) при поверке датчиков с цифровым выходным сигналом (коды 061-064), требуемая точность измерений обеспечивается аппаратным (устройство связи МИДА-УС-408(410), персональный компьютер), программным (Mida15Tool и Mida15Tool Modbus) обеспечением и эталонным устройством задачи давления. При выборе образцовых средств задания давления при определении основной погрешности необходимо соблюдать следующее условие:

$$100 \times \Delta P / P_{max} \leq K \times \gamma, \quad (4.11)$$

где $\Delta P, P_{max}, \gamma$ аналогичны обозначениям, примененным в формуле (4.7), а значение K соответствуют указанным в п.4.7.3, а).

4.8 Оформление результатов поверки

4.8.1 Положительные результаты поверки датчика оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в документе «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденному приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815 или отметкой в паспорте и нанесением знака поверки.

4.8.2 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) в паспорт.

4.8.3 При отрицательных результатах поверки датчика не допускаются к применению до выяснения причин неисправностей и их устранения.

4.8.4 Отрицательные результаты поверки датчика оформляют извещением о непригодности по форме, установленной в документе «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденному приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815, свидетельство о предыдущей поверке аннулируют, а датчик не допускают к применению.

П р и м е ч а н и е – Датчик, забракованный на периодической поверке может быть направлен на предприятие-изготовитель для его калибровки (ремонта) и последующей поверки.

Порядок направления датчика не прошедшего поверку на предприятие –изготовитель изложен в разделе 7 настоящего РЭ.

4.9 Проверка идентификационных данных ПО датчика

4.9.1 Для проверки идентификационных данных ПО датчик подключают к внешним цепям и устройствам в соответствии с приложением «Г».

4.9.2 Для датчиков с протоколом Mida (код выходного сигнала 061, 062 и 063 по п.1.2.11.2) чтение идентификационных данных ПО датчика осуществляется командой «Чтение байт из Flash/EE» (см. приложение Л) . Версия ПО хранится в байтах 248-251, цифровой идентификатор ПО — в байтах 252-255.

4.9.3 Для датчиков с протоколом Modbus (код выходного сигнала 064 по п.1.2.11.2) чтение идентификационных данных ПО датчика осуществляется командой «Чтение регистров хранения» (см. приложение М). Версия ПО хранится в регистрах 252 и 253, цифровой идентификатор ПО — в регистрах 254 и 255.

4.9.4 Версия и цифровой идентификатор ПО датчика с протоколом Mida считываются и отображаются в окне «Настройка датчика» программы Mida15Tool при считывании параметров датчика (см. приложение И). Для датчиков с протоколом Modbus версия и цифровой идентификатор ПО считывается и отображается в аналогичном окне программы Mida15Tool Modbus (см. приложение К).

4.9.5 Для предотвращения несанкционированного доступа к ПО датчика используется встроенный в микроконтроллер механизм защиты, обеспечивающий физическое отключение интерфейса программирования. Защита индивидуальных калибровочных данных от изменения осуществляется паролем.

Конструкция датчика исключает возможность несанкционированного влияния на ПО датчика и измерительную информацию.

Защита ПО датчика соответствует уровню «высокий» по Р 50.2.077-2014.

Т а б л и ц а 14 - Идентификационные данные ПО датчиков

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии программного обеспечения, не ниже
Встроенное ПО датчика давления с протоколом Mida и интерфейсом UART	FDS_MIDA_UART	1.001.000
Встроенное ПО датчика давления с протоколом Mida и интерфейсом RS485	FDS_MIDA_RS485	1.002.000
Встроенное ПО датчика давления с протоколом Modbus	FDS_MDB_RS485	1.003.003

4.9.6 Результат проверки считается положительным, если полученные идентификационные данные для данной версии ПО датчика соответствуют значениям, указанным в таблице 14.

Примечание - В связи с постоянным техническим совершенствованием датчиков МИДА-15, номер версии программного обеспечения, а также цифровой идентификатор ПО могут не совпадать с приведенными в таблице 14. Конкретное значение идентификатора ПО приведено в паспорте на датчик.

Заместитель начальника НИО 207
ФГУП «ВНИИМС»



Е.А. Ненашева