

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н. В. Иванникова

25" 09 _____ 2018 г.

**Преобразователи давления измерительные
Deltabar FMD71, Deltabar FMD72**

Методика поверки

МП 202-001-2018

Настоящая методика распространяется на преобразователи давления измерительные Deltabar FMD71, Deltabar FMD72, изготавливаемые фирмой Endress+Hauser Automation Instrumentation, Inc., США; фирмой Endress+Hauser SE+Co.KG, Германия.

Преобразователи давления измерительные (далее преобразователи) Deltabar FMD71, Deltabar FMD72 предназначены для непрерывных измерений и преобразования значений измеряемого параметра – избыточного, абсолютного давления, разности давлений газа, жидкости или пара в унифицированный аналоговый и (или) цифровой выходные сигналы. Также преобразователи предназначены для расчета и (или) индикации других величин, функционально связанных с измеряемым давлением: уровня, уровня границы раздела сред, объема и массы газа, жидкости или пара.

Рекомендация устанавливает методику первичной (до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта) и периодической (в процессе эксплуатации) проверок преобразователей.

Рекомендованный интервал между поверками 5 лет.

1 Операции проверки

1.1 При проведении проверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр – 5.1;
- опробование – 5.2;
- проверка идентификационных данных программного обеспечения – 5.3;
- определение основной приведенной погрешности и вариации выходного сигнала преобразователя – 5.4.

2 Средства проверки

2.1 При проведении проверки применяют средства проверки и вспомогательные устройства, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование средства проверки	Основные метрологические и технические характеристики средств проверки
Манометр грузопоршневой МП-2,5	Верхний предел измерений 0,25 МПа, нижний предел измерений 0 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,01 % от измеряемого давления (при давлениях от 10 до 100 % от верхнего предела измерений); ±0,01 % от 0,1 верхнего предела измерений (при давлениях ниже 10 % от верхнего предела измерений)
Манометр грузопоршневой МП-6	Верхний предел измерений 0,6 МПа, нижний предел измерений 0,04 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,005 % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-60	Верхний предел измерений 6 МПа, нижний предел измерений 0,1 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,005 % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-600	Верхний предел измерений 60 МПа, нижний предел измерений 1 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ± 0,01 % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-2500	Верхний предел измерений 250 МПа, нижний предел измерений 5 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,02 % от измеряемого давления
Мановакуумметр грузопоршневой МВП-2,5	при давлениях (избыточном или отрицательном избыточном (вакуумметрическом) от 0 до 0,01 МПа (от 0 до 0,1 кгс/см ²): ±5 Па (± 0,00005 кгс/см ²) ±2 Па (± 0,00002 кгс/см ²) при давлениях (избыточном или отрицательном избыточном (вакуумметрическом) свыше 0,01 МПа (0,1 кгс/ см ²): ±0 05 % от измеряемой величины ±0,02 % от измеряемой величины

Манометр абсолютного давления МПАК-15	Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 6,65$ Па в диапазоне 0,133 – 13,3 кПа; $\pm 13,3$ Па в диапазоне 13,3 – 133 кПа; $\pm 0,01$ % от действительного значения измеряемого давления в диапазоне 133 – 400 кПа
Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R)	Пределы допускаемой основной погрешности: $\pm(0,01$ % показания +1 мкА) в диапазоне ± 25 мА, $R_{вх} < 10$ МОм. $\pm(0,01$ % показания +1 мкА) в диапазоне от 0 до 25 мА, $R_{нагр} \leq 1140$ Ом (20 мА), 450 Ом (50 мА). $\pm(0,006$ % показания +0,25 мВ) в диапазоне от 1 до 60 В при $R_{вх} > 2$ МОм. $\pm(0,007$ % показания +0,1 мВ) в диапазоне от -3 до 10/24 В при $I_{макс} = 5$ мА.
Задатчик разрежения Метран-503 Воздух	Класс точности 0,02
Калибраторы давления пневматические МЕТРАН-504 Воздух-I	Класс точности 0,01; 0,015; 0,02. Диапазон воспроизводимого давления $3 \leq P_n \leq 400$ кПа.
Автоматизированный датчик избыточного давления "Воздух- 1600"	Пределы измерений: от 0,010 до 16000 кПа Пределы допускаемой основной относительной погрешности: $\pm 0,02\%$; $\pm 0,005$ % (в зав. от модели);
Автоматизированный датчик избыточного давления "Воздух- 1,6"	Верхние пределы измерений от 1 до 160 кПа; пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,02\%$; $\pm 0,005$ %;
Автоматизированный датчик избыточного давления "Воздух- 2,5"	Верхние пределы измерений от 25 до 250 кПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,02\%$; $\pm 0,005$ %;
Автоматизированный датчик избыточного давления "Воздух-6,3"	Верхние пределы измерений от 63 до 630 кПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,02\%$;
Барометр образцовый переносной БОП-1М	Пределы допускаемой погрешности - абсолютной ± 10 кПа в диапазоне 0,5 – 110 кПа; - относительной $\pm 0,01\%$ в диапазоне 110 – 280 кПа.
Термометр ртутный стеклянный лабораторный по ГОСТ 28498-90	Предел измерений 0 – 55 °С. Цена деления шкалы 0,1 °С. Предел допускаемой погрешности $\pm 0,2$ °С
Источник постоянного тока RNB130	Выходное напряжение до 30 В
Персональный компьютер с предустановленным ПО для чтения данных по HART	
Hart – модем FXA195	

2.2 Допускается применение средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки соблюдают общие требования безопасности при работе с преобразователями давления (см., например ГОСТ 22520-85), а также требования по безопасности эксплуатации применяемых средств поверки, указанные в технической документации на эти средства.

3.2. Требования эксплуатации.

3.2.1. Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений прибора.

3.2.2. Запрещается снимать прибор с устройства для создания давления при наличии давления в системе.

4 Условия поверки и подготовка к ней

4.1. При проведении поверки соблюдаются следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +21 до +25 °С;
- давление в помещении, где проводят поверку (далее – атмосферное давление), в пределах от 84 до 106,7 кПа или от 630 до 800 мм рт. ст.;

4.2. Дрейф нулевого значения (в том числе под влиянием внешних факторов) не должен превышать 0,5 предела основной допускаемой погрешности прибора.

4.3. Преобразователь должен быть присоединен к устройству для создания давления и находиться в положении, соответствующем обозначению, имеющемуся на приборе или указанию в документации.

4.4. Для преобразователей с верхним пределом измерений до 250 кПа включительно, давление в преобразователе должно создаваться воздухом или нейтральным газом.

4.5. Рабочие среды эталонов должны соответствовать их документации.

4.6. В случае, если недопустима поверка на средах, указанных в п.4.5, преобразователь должен поверяться с применением разделительной камеры на рабочей среде или среде, не реагирующей с рабочей средой. В этом случае погрешность, вносимая разделительной камерой, не должна превышать 0,2 предела основной допускаемой погрешности преобразователя.

4.7. Устройство для создания давления должно обеспечивать плавное повышение и понижение давления, а также постоянство давления во время отсчета показаний и выдержке приборов под давлением, равным верхнему пределу измерений.

4.8. Если рабочей средой при поверке является жидкость, то торец штуцера преобразователя и торец штуцера эталонного деформационного манометра или торец поршня грузопоршневого манометра должны находиться в одной горизонтальной плоскости с допускаемой погрешностью:

$$\Delta H \leq 10^{-3} \gamma \frac{P_{\max}}{\rho g} \quad (1)$$

где: γ – предел допускаемой основной погрешности преобразователя в процентах от нормирующего значения (верхнего предела измерений P_{\max});

ρ – плотность рабочей среды;

g – ускорение свободного падения в месте поверки.

4.9. При отсутствии технической возможности выполнения требований п.4.6, в показания эталона (или поверяемого прибора) должна быть внесена поправка, учитывающая влияние столба рабочей среды:

$$\Delta P = \rho g \Delta H \quad (2)$$

Поправка прибавляется к показаниям того прибора, уровень расположения торца которого выше.

Примечание: Допускается учитывать поправку путем установки нулевого значения после подсоединения к эталону. При этом после окончания поверки нулевое значение следует установить при атмосферном давлении.

4.10. Преобразователи, представленные на поверку в комплекте с разделительными устройствами, поверяются с учетом дополнительной погрешности разделителя и правил установки, предусмотренных нормативно-технической документацией на эти комплекты.

4.11. Преобразователь должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха, указанной в пункте 3.1, не менее:

12 ч – при разнице температур воздуха в помещении для поверки и местом, откуда вносится прибор, более 10 °С;

1 ч – при разнице температур воздуха в помещении для поверки и местом, откуда вносится прибор, от 1 до 10 °С.

При разнице указанных температур менее 1 °С выдержка не требуется.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

5.1.1. При внешнем осмотре должно быть установлено отсутствие механических повреждений корпуса, штуцера (препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность и прочность соединения) и дисплея влияющих на эксплуатационные свойства.

Стекло и защитное покрытие дисплея должно быть чистым и не иметь дефектов, препятствующих правильному отсчету показаний.

5.1.2. Соединение корпуса с держателем должно быть прочным, не допускающим смещения корпуса.

5.1.3. Приборы, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат.

5.2 Опробование

5.2.1 При опробовании проверяют герметичность и работоспособность преобразователя.

5.2.2 Работоспособность преобразователя проверяют изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельных значений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и индикации на дополнительных выходных устройствах преобразователя.

5.2.3 Проверку герметичности преобразователя рекомендуется совмещать с операцией определения его основной погрешности.

Проверку герметичности преобразователя проводят при значениях давления (разрежения), равных верхнему пределу измерений (ВПИ) поверяемого преобразователя.

При проверке герметичности преобразователя в системе создают давление, установившееся значение которого соответствует ВПИ, после чего отключают источник давления. Если в качестве эталона применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключают, изменение давления (разрежения) определяют по изменению выходного сигнала или по изменению показаний цифрового индикатора поверяемого преобразователя, включенного в систему.

Преобразователь считают герметичным, если после 3-х мин выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений преобразователя, не наблюдают падения давления (при условии герметичности системы). При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

При проверке основной погрешности датчика систему считают герметичной, если за 30 с спад давления не превышает 0,3 % от верхнего предела измерений поверяемого преобразователя.

Допускается изменение давления в системе, обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и рабочей среды в пределах \pm (от 0,5 до 1) °С.

5.3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

5.3.1 Обработка результатов измерений и вычислений (метрологически значимая часть ПО) проводится по специальным расчетным соотношениям, сохраняемых во встроенной программе (Firmware).

Наименование программного обеспечения указано в меню прибора. Метрологически значимая часть ПО и заводские параметры защищены аппаратной переключкой защиты от записи и не доступны для изменения благодаря цельной конструкции корпуса преобразователя без возможности вскрытия. Для предотвращения несанкционированного доступа к настройкам преобразователя, предусмотрена защита паролем.

Наименование ПО имеет структуру X.Y.Z, где:

X – идентификационный номер Firmware обозначается 01;

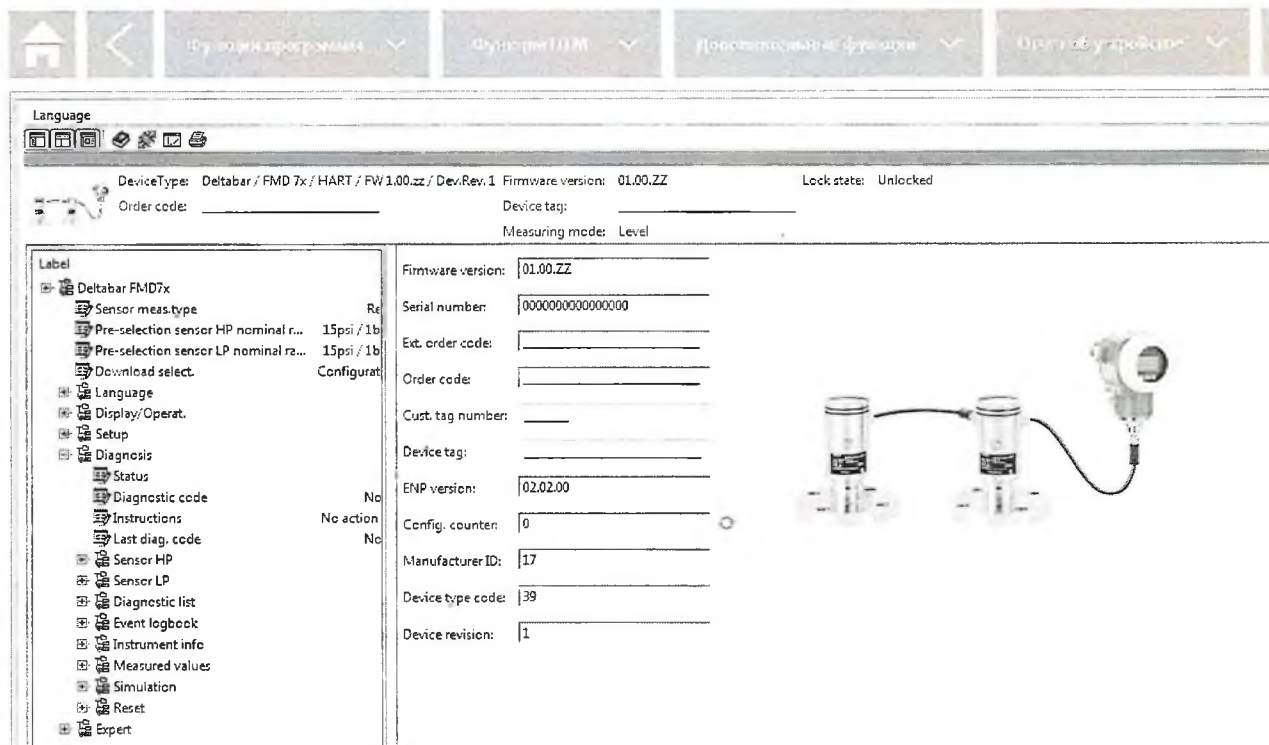
Y – идентификационный номер текущей версии Software (00 до 99) – характеризующий функциональность преобразователя (различные протоколы цифровой коммуникации, а также совместимость с сервисными программами);

Z – служебный идентификационный номер (например, для усовершенствования или устранения неточностей (bugs tracing)) – не влияет на функциональность и метрологические характеристики преобразователя.

Проверка ПО проводится следующим образом:

1. Подключить преобразователь через HART-модем к ПК с предустановленным ПО DeviceCare (или аналогичное ПО)
2. Запустить на ПК программу Diagnosis, во вкладке Instrument info выбрать пункт Firmware version.

DeviceCare SFE100



5.3.2 Преобразователи считаются прошедшими поверку с положительным результатом, если идентификатор ПО соответствует значению, указанному в соответствующем разделе Описания типа. Если данные требования не выполняются, то преобразователь считается непригодным к применению, к эксплуатации не допускается, выписывается извещение о непригодности, дальнейшие пункты методики не выполняются.

5.4 Определение основной приведенной погрешности и вариации выходного сигнала.

5.4.1. При выборе эталонов для определения погрешности преобразователя должно быть соблюдено следующее условие:

$$\frac{\Delta_0}{D_u} \cdot 100 \leq \alpha_p \gamma \quad (3)$$

где: Δ_0 – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона на проверяемых отметках шкалы;

D_u – диапазон измерений поверяемого преобразователя;

α_p – отношение предела допускаемого значения погрешности эталона, применяемого при поверке, к пределу допускаемого значения основной погрешности преобразователя (не менее, чем 1:4);

γ – предел допускаемой основной погрешности прибора в процентах от диапазона измерений или суммы диапазонов измерений (для мановакуумметрических моделей).

Значения Δ_0 и D_u должны быть выражены в одних и тех же единицах давления.

5.4.2. Поверка преобразователей должна проводиться одним из способов:

а) заданное давление устанавливают по эталону, а показания отсчитывают по поверяемому преобразователю;

б) показания поверяемого прибора устанавливают на поверяемую точку, а действительное отсчитывают по эталону.

Примечания:

1 Для преобразователей давления измерительных Deltabar FMD71, Deltabar FMD72 с преобразователями избыточного давления НД и ВД поверка осуществляется путем сообщения преобразователя НД с атмосферой при измерении (вычислении) разности давлений

2 Для преобразователей давления измерительных Deltabar FMD71, Deltabar FMD72 с преобразователями абсолютного давления НД и ВД, имеющими диапазоны измерения ниже 0,1 МПа, заданное давление устанавливают по двум эталонам одновременно для преобразователя ВД и НД, при измерении (вычислении) разности давлений

3 Поверка преобразователей давления измерительных Deltabar FMD71, Deltabar FMD72 происходит:

- по цифровому сигналу HART, посредством подключения HART модема для первичных преобразователей ВД и НД;

- по аналоговому выходному сигналу или по цифровому сигналу HART для вторичного преобразователя разности давлений.

Поверка преобразователей ВД, НД и вторичного преобразователя разности давлений проводится поочередно.

Эталоны входной величины (давления) включают в схему поверки в соответствии с их руководством по эксплуатации.

5.4.3. Число поверяемых точек диапазона должно быть не менее 5, включая нижнее и верхнее предельные значения давления (для каждого преобразователя.)

Проверяемые точки должны быть распределены примерно равномерно в пределах всего диапазона измерений.

5.4.4. Перед проведением поверки допускается корректировка нуля путем подключения через HART-модем к ПК с предустановленным ПО DeviceCare. (Рисунок 1. Приложение 1.)

5.4.5. При поверке давление плавно повышают и проводят считывание показаний. Затем прибор выдерживают в течение 5 мин под давлением, равном верхнему пределу измерений, после чего давление плавно понижают и проводят считывание показаний при тех же значениях давления, что и при повышении давления. Скорость изменения давления не должна превышать 10 % диапазона показаний в секунду.

5.4.6. Основную приведенную погрешность преобразователя, выраженную в % от диапазона измерений, определяют по формуле:

$$\gamma_{си} = \frac{(\gamma - \gamma_n)_{\max}}{D_u} \times 100 \quad (4)$$

Где: $\gamma_{си}$ – основная приведенная погрешность в % ;

D_u – диапазон измерений преобразователя;

$(\gamma - \gamma_n)$ - максимальное среди проверяемых точек диапазона отклонение действительного значения давления от номинального при прямом и обратном ходах в единицах давления.

5.4.7. Значение основной приведенной погрешности преобразователя в любой поверяемой точке как при прямом, так и обратном ходе не должно превышать:

а) при поверке преобразователей, выпускаемых из производства и ремонта - 0,8 %;

б) при поверке преобразователей, находящихся в эксплуатации - %;

5.4.8. Вариация выходного сигнала для каждой проверяемой точки, кроме значений, соответствующих верхнему и нижнему пределам измерений, определяется по формулам, %:

а) при поверке по способу п.5.4.2а:

$$B = \frac{N_2 - N_1}{D_u} 100 \quad (5)$$

б) при поверке по способу п.5.4.2б:

$$B = \frac{N_{02} - N_{01}}{D_u} 100 \quad (6)$$

где: N_1 и N_{01} - показания поверяемого преобразователя и эталона соответственно при повышении давления (прямой ход);

N_2 и N_{02} - показания поверяемого преобразователя и эталона соответственно при понижении давления (обратный ход);

D_u – диапазон измерений поверяемого преобразователя.

N и D должны быть выражены в одних и тех же единицах измерения.

Вариация выходного сигнала не должна превышать значения допускаемой основной приведенной погрешности.

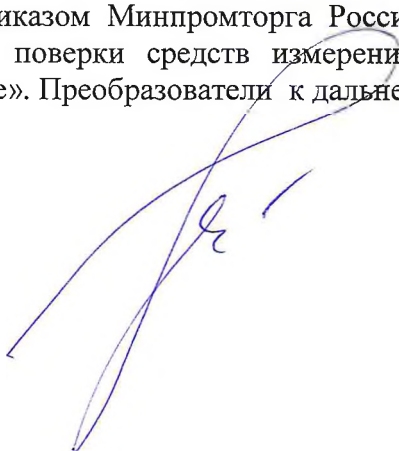
6 Оформление результатов поверки

6.1 Положительные результаты поверки оформляют записью в Паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки и (или) выдают свидетельство о поверке по установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

6.2 При отрицательных результатах поверки выписывается «Извещение о непригодности к применению» в соответствии с приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». Преобразователи к дальнейшей эксплуатации не допускают.

Начальник отдела 202

Е. А. Ненашева



DeviceCare SFE100

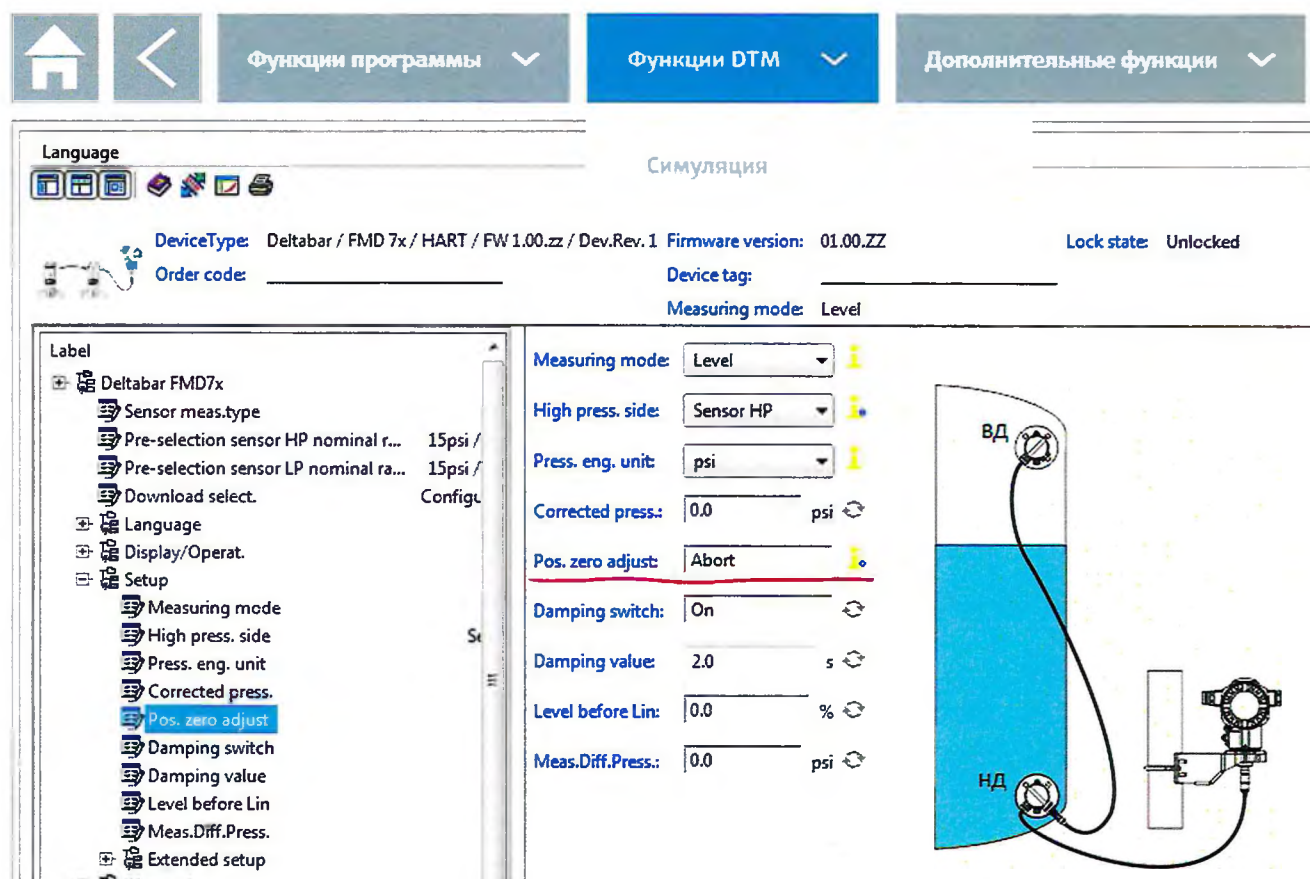


Рисунок 1. Корректировка нуля для всех преобразователей давления измерительных Deltabar FMD71, Deltabar FMD72 с путем подключения через HART-модем к ПК с предустановленным ПО DeviceCare.