

BD SENSORS
**ВЫСОКОТОЧНЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ DMD И HMP**

DMD 331D, HMP 331D

Руководство по монтажу и эксплуатации


Настоящее руководство по монтажу и эксплуатации распространяется на высокоточные преобразователи (далее – «датчик» или «изделие») давления DMD 331D и HMP 331D и содержит технические характеристики, указания по монтажу и подключению, а также другие сведения, необходимые для правильной эксплуатации и обслуживания.

Полный перечень параметров датчиков и соответствующих условных обозначений приведен в их технической спецификации.

Датчики выпускаются по ТУ 4212-000-7718542411-19 в разных исполнениях, отличающихся рабочим диапазоном и конструкцией корпуса.

1. Используемые термины и сокращения

ДИ – диапазон измерений;
 ВПИ – верхний предел измерений;
 ИВ – измеряемая величина;
 НПИ – нижний предел измерений;
 ПО – программное обеспечение;
 ПК – персональный компьютер;
 НД – номинальный диапазон;
 УД – установленный диапазон;
 АС – переменный ток;
 DC – постоянный ток.

2. Описание и работа

2.1. Датчики являются контактными и предназначены для непрерывного преобразования дифференциального, избыточного или абсолютного давления жидких и газообразных сред в унифицированный аналоговый или цифровой (HART) выходной сигнал, а также индикации текущего значения измеряемого параметра на цифровом дисплее.

2.2. Приборы могут быть выполнены в штуцерном и во фланцевом исполнении. Возможны исполнения с выносными фланцами на капиллярах длиной до 10 м.

2.3. Датчики интеллектуальные и имеют возможность перенастройки диапазона, корректировки «нуля», времени

демпфирования. Для настройки требуется комплект HART-модем (ADAPT-300) и спец. ПО (Config v. 2.0).

2.4. Датчики предназначены для использования в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности: на установках и объектах теплоэнергетического комплекса, нефтегазодобывающих и перерабатывающих компаний, в т. ч. для работы в полевых условиях. Приборы можно использовать в системах кондиционирования воздуха и в научно-испытательных лабораториях.

2.5. Краткое описание и область применения каждой модели:

DMD 331D: Высокоточный интеллектуальный датчик дифференциального давления с HART® интерфейсом и локальной настройкой (0,0015..7 МПа).

HMP 331D: Высокоточный интеллектуальный датчик давления с HART® интерфейсом и локальной настройкой (0,0015..25 МПа).

2.6. Устройство и принцип работы.

Датчик состоит из измерительного блока давления и электронного преобразователя, конструктивно объединенных в стальном корпусе. Возможно исполнение датчика с цифровым дисплеем. Элементы конструкции прибора указаны на рисунках 1 и 2. В нее входят:

- 1 – защитная крышка дисплея;
- 2 – дисплей (поворачивается с шагом 90°);
- 3 – стопорный винт (откручивается для изменения ориентации корпуса);
- 4 – основной корпус;
- 5 – крышка отверстий локальной настройки;
- 6 – винт для фиксации крышки;
- 7 – крышка клеммной колодки;
- 8 – заглушки с дренажным клапаном (для измерения дифференциального давления заглушки две, для избыточного или абсолютного – три);
- 9 – фланцы с внутренней резьбой для подключения к измеряемой среде;
- 10 – фланцевые болты;
- 11, 12 – уплотнительные кольца;
- 13 – сенсор (преобразователь – чувствительный к давлению элемент);
- 14 – резьбовое отверстие для винта заземления корпуса;
- 15 – гайки для фиксации фланцев;
- 16 – штуцер;
- 17 – адаптер.

Кабель связи и питания заводится в корпус через кабельный ввод с внутренней резьбой M20x1,5 или 1/2"-14NPT. Для удобства монтажа, кабельный ввод может устанавливаться как с левой, так и с правой стороны корпуса. С противоположной стороны вкручивается заглушка.

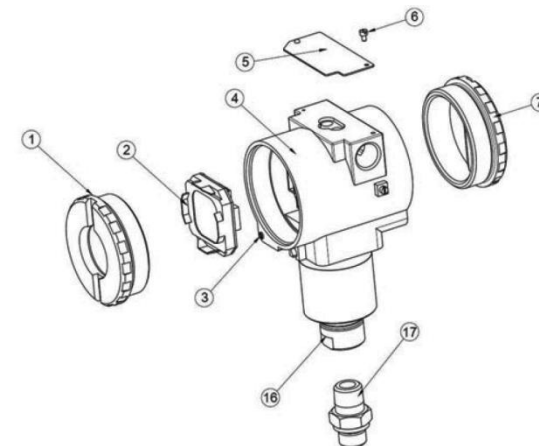


Рисунок 1. Основные элементы конструкции датчика HMP 331D.

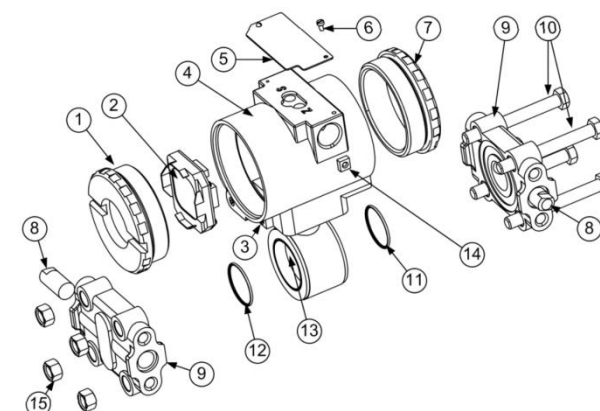


Рисунок 2. Основные элементы конструкции датчика DMD 331D.

В качестве чувствительного к давлению элемента применяется емкостной сенсор, который в упрощенном виде показан на рис. 3. Он состоит из центральной мембраны, находящейся в профилированной полости, заполненной разделительной жидкостью (силиконовое масло). Мембрана и металлизированные поверхности профилированной полости образуют два конденсатора, имеющих одну общую подвижную центральную обкладку. Давление контролируемой среды через разделительные стальные мембраны (поверхности) и заполняющую жидкость передается на центральную мембрану, что, в свою очередь, приводит к разнонаправленному изменению электрической емкости конденсаторов пропорционально

измеряемому давлению. Изменение емкости преобразуется в нормированный электрический сигнал.

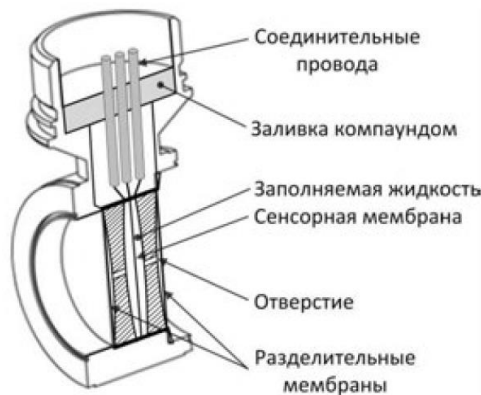


Рисунок 3. Конструкция емкостного сенсора.

Для модели НМР 331D с параметрами: $R_{нд} > 7$ МПа и основной погрешности $\pm 0,1$ % ДИ: измерительный блок давления (далее – тензомодуль) состоит из стального сварного корпуса, на металлостеклянном основании которого закреплен первичный преобразователь давления, выполненный из монокристаллического кремния. На мембране данного преобразователя сформирован мост Уинстона из диффузионных тензорезисторов. Преобразователь отделен от измеряемой среды стальной мембраной, приваренной к корпусу тензомодуля. Давление, воздействующее на стальную мембрану, передается на первичный преобразователь через силиконовое масло, которым заполнен тензомодуль, и вызывает изменение сопротивления тензорезисторов и, как следствие, разбаланс мостовой схемы. Электрический сигнал от двух первичных преобразователей через металлостеклянные гермовыводы подается в электронный преобразователь.

Принцип обработки сигнала поясняет схема, приведенная на рисунке 4. Сигнал от сенсора поступает на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и далее, на микропроцессор, где осуществляется его цифровая фильтрация, коррекция, масштабирование, а также передача числового значения на дисплей и цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), на выходе которого формируется унифицированный сигнал по току 4...20 мА с наложенным на него цифровым сигналом в стандарте HART®. Цифровые и аналоговые сигналы передаются во внешние устройства одновременно по одной паре проводов.

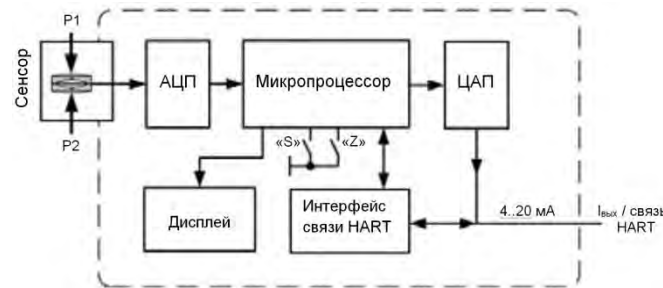


Рисунок 4. Структурная схема обработки сигнала.

Используемый HART-протокол позволяет выполнять конфигурирование, настройку, калибровку, тестирование и считывание информации о переменных процесса в текущих единицах измерения.

2.7. В процессе эксплуатации прибор обеспечивает линейно-возрастающую характеристику связи выходного сигнала с измеренным давлением (P) (рис. 5). Определяется текущее значение выходного тока $Y_{вых}$ [мА] из формулы:

$$Y_{вых} = 4 + 16 \times \frac{P - P_{нпц}}{P_{впц} - P_{нпц}},$$

где: P – текущее значение измеряемого давления, $P_{впц}$, $P_{нпц}$ – соответственно, верхний и нижний пределы измерений по давлению.

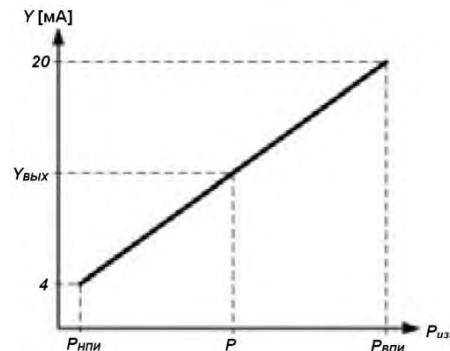


Рисунок 5. Характеристика изменения выходного сигнала тока ($Y_{вых}$) от входного давления (P).

3. Технические параметры

3.1. Диапазон измерений (ДИ) и основная погрешность измерений указаны на шильдике датчика и в паспорте.

3.2. Электрическое питание прибора ($U_{пит}$) общепромышленного и взрывозащищенного исполнения (взрывонепроницаемые оболочки «d») осуществляется от источника питания постоянного тока напряжением от 17 до 44 В. При этом допускаемое сопротивление нагрузки (R_H) для выходного сигнала 4...20 мА должно быть в пределах от 250 до 1650 Ом (рис. 6). Выходные сигналы и параметры питания представлены в таблице 1.

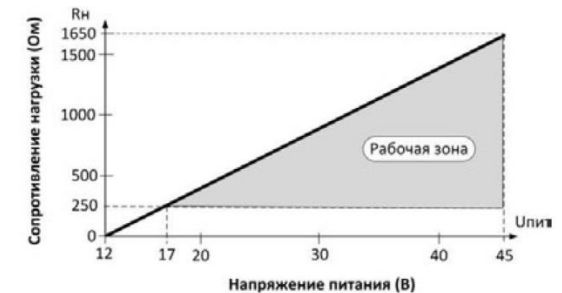


Рисунок 6. График ограничений по выбору сопротивления нагрузки (R_H), в зависимости от напряжения питания ($U_{пит}$).

Таблица 1. Протоколы передачи данных и параметры питания датчиков.

Протокол / интерфейс	Напряжение питания ($U_{пит}$)	Сопротивление в цепи (R)	Потребление тока
4...20 мА / HART / 2-х пров. ¹	9...44 В (DC) 12...44 В (DC) (с включенной подсветкой экрана ¹)	$R_{max} = (U_{пит} - 9)/0,02$ Ом $R_{max} = (U_{пит} - 12)/0,02$ (с включенной подсветкой экрана ¹) Ом	≤ 21 мА
Exia-версия 4...20 мА / HART / 2-х пров. ¹	14...28 В (DC)	$R_{max} = (U_{пит} - 14)/0,02$ Ом	≤ 21 мА

¹ Сопротивление в цепи (R) для цифровой передачи по протоколу HART ≥ 250 Ом.
Напряжение питания для работы по HART-протоколу:
 $U_{пит} \geq 15$ В (DC);
 $U_{пит} \geq 17$ В (DC) (с включенной подсветкой экрана)

Аварийный режим выходного сигнала, ток [мА]	3,6 или 21
Электрическая прочность изоляции [В]	44 (500 для Exia)
Сопротивление гальванической изоляции [МОм]	≥ 20

3.3. Для считывания данных с датчика с интерфейсом 4...20 мА / 2-х пров. и протоколом передачи данных HART необходим HART-модем или HART-коммуникатор, резистор ($R \geq 250$ Ом) и соответствующее ПО – «Config».

3.4. Описание базовых команд для работы по протоколам HART приведено в приложении 2.

3.5. Потребляемая мощность датчика, не более: 1 Вт.

3.6. Условия эксплуатации датчика:

- во взрывозащищенном исполнении применение во взрывоопасных зонах в соответствии с присвоенной маркировкой взрывозащиты и «Инструкции по обеспечению взрывозащиты»;
- нормальные условия (НУ) эксплуатации для датчиков:

Температура окружающей среды, °C	21..25
Относительная влажность, %	30..80
Атмосферное давление, кПа	84..106,7 (группа P1, ГОСТ Р 52931)

- температура окружающей среды: -25..85 °C / -50..85 °C / -10..85 °C / 0..85 °C. Нижняя граница температуры зависит от используемых уплотнений. Для взрывозащищенных датчиков (Ex) необходимо учитывать температурный класс «Инструкции по обеспечению взрывозащиты».

- температура измеряемой среды зависит от используемых уплотнений, заполняющей жидкости и наличия капилляров:

DMD 331D, HMP 331D	-25..105 °C / -40..105 °C / -25..100 °C / 0..300 °C
--------------------	---

Без капилляров верхняя граница температурных диапазонов датчика должна быть $T_{раб} \leq 105 \text{ °C}$.

- температура хранения датчиков:

DMD 331D, HMP 331D	-50..85 °C
--------------------	------------

- с измеряемой средой контактируют: штуцер / фланец - нержавеющая сталь 1.4404 (316L), мембрана - нержавеющая сталь 1.4435 (316L), уплотнение - на выбор (стандартно FKM (фтористый каучук - viton®)).



Подбор материалов частей датчика, взаимодействующих с измеряемой средой - имеет рекомендательный характер. Производитель не гарантирует работоспособность датчика с химически агрессивными и / или горячими средами.

- по степени защиты от проникновения пыли и воды, в зависимости от исполнения, датчики соответствуют группам IP 65, IP 67 по ГОСТ 14254-2015.

- по устойчивости к механическим воздействиям синусоидальных вибраций высокой частоты при эксплуатации датчики соответствуют группе V2 по ГОСТ Р 52931 (2 g RMS (10..150 Гц) согласно DIN EN 60068-2-6).

- по устойчивости к ударным механическим воздействиям при эксплуатации датчики соответствуют значению 1000 м/с² с длительностью ударного импульса 11 мс по ГОСТ Р 52931 (100 g / 11 мс согласно DIN EN 60068-2-27).

- по уровню излучения радиопомех (помехоземиссии) приборы соответствуют классу А по ГОСТ Р 51318.22 (СИСПР 22:2006).

- по устойчивости к радиочастотным ЭМ полям приборы соответствуют степени жесткости класса 3 по ГОСТ Р 51317.4.3 (МЭК 61000-4-3).

- минимальная масса датчиков указана в таблице 2:

Таблица 2. Минимальная масса датчиков давления.

Модель	Минимальная масса, г
DMD 331D	3500
HMP 331D	2000

4. Эксплуатационные ограничения и меры безопасности

4.1. Среда измерений для датчиков не должна содержать кристаллизующихся примесей, загрязнений и пыли. Необходимо исключить замерзание конденсата и кристаллизацию жидких сред в рабочих камерах и внутри соединительных трубопроводов.

4.2. Датчик следует устанавливать в местах, где движение измеряемой среды минимально (без завихрений) или полностью отсутствует.

4.3. Источником опасности при монтаже и эксплуатации датчиков может быть измеряемая среда под давлением. Присоединение и отсоединение датчиков от магистралей, подводящих давление измеряемой среды, должно производиться после закрытия вентиля, отсекающего датчик от процесса, и сброса давления в рабочей камере до атмосферного.

4.4. Опасное для жизни напряжение на электрических цепях изделия отсутствует (датчики соответствуют классу III по ГОСТ 12.2.007.0). Все работы по подключению цепей датчика должны производиться только при выключенном напряжении питания.

4.5. Не допускается эксплуатация датчиков в системах, давление в которых может превышать значения перегрузок, указанных в технических спецификациях моделей датчиков.

4.6. Температуры окружающей и измеряемой сред, параметры механических воздействий не должны превышать указанных значений в п. 3.6.

4.7. Климатические условия не должны превышать параметры защиты от проникновения пыли и воды IP. Атмосферное давление должно соответствовать группе P1 по ГОСТ Р 52931.

5. Указания по монтажу

5.1. Перед монтажом проводится внешний осмотр изделия. Должны отсутствовать видимые механические повреждения, поверхность прибора должна быть сухой и чистой. Необходимо проверить маркировку взрывозащиты.

5.2. Монтаж датчиков во взрывозащищенном исполнении производится в соответствии с присвоенной маркировкой взрывозащиты и «Инструкции по обеспечению взрывозащиты».



Корректировку значения выходного сигнала прибора с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» необходимо производить с соблюдением «Правил ведения огневых работ во взрывоопасных зонах или за пределами взрывоопасной зоны».

5.3. Рабочее положение датчика - произвольное, удобное для монтажа, демонтажа и обслуживания. Возможен монтаж прибора непосредственно на технологическом трубопроводе при помощи дополнительного крепежного приспособления: прямого или углового кронштейна. Рекомендуется монтировать прибор вертикально или горизонтально. Функционал прибора позволяет выполнить калибровку НПИ локально после монтажа (см. приложение 3).

5.4. Ориентацию дисплея можно изменить как вокруг оси, перпендикулярной его плоскости с дискретностью 90° (для этого потребуется открутить крышку и установить дисплей в нужное положение), так и вокруг вертикальной оси датчика (для этого потребуется ослабить фиксирующий винт в основании полевого корпуса). Эти опции позволяют подобрать положение прибора для комфортного считывания показаний.

5.5. Не допускается попадание влаги внутрь корпуса. После завершения монтажа крышки датчика необходимо закрутить до упора для обеспечения надежного уплотнения. При прокладке питающих и сигнальных линий следует исключить возможность попадания конденсата на кабельный ввод датчика (см. рис. 7.). Если для подключения прибора используется только один кабельный ввод, то неиспользуемое вводное отверстие должно быть закрыто заглушкой из комплекта изделия.

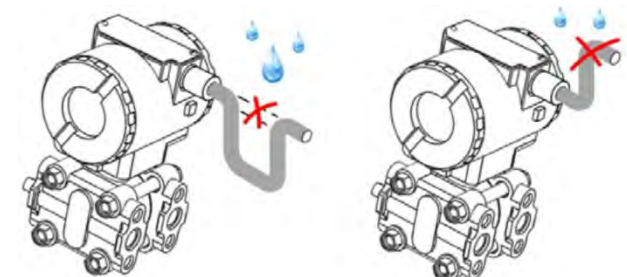


Рисунок 7. Правильная (слева) и неправильная (справа) прокладка кабеля датчика.

5.6. Механическое присоединение датчиков рекомендуется производить с ориентацией, при которой соединительная линия от места отбора давления имеет односторонний уклон ($\geq 1:10$) вверх к датчику, если измеряемая среда - газ, и вниз к датчику, если измеряемая среда - жидкость (см. рис. 8.). Если это невозможно, при измерении давления газа в нижних точках соединительных линий следует устанавливать отстойные сосуды, а при измерении давления жидкости в наивысших точках - газосборники. Надежная работа прибора требует правильного выбора места отбора давления (подключения соединительных трубок). При этом соединительные трубки должны быть проложены по кратчайшему расстоянию. Отборные устройства для установки датчиков рекомендуется монтировать на прямолинейных участках, на максимально возможном удалении от насосов, запорных устройств, колен, компенсаторов и других гидравлических устройств.

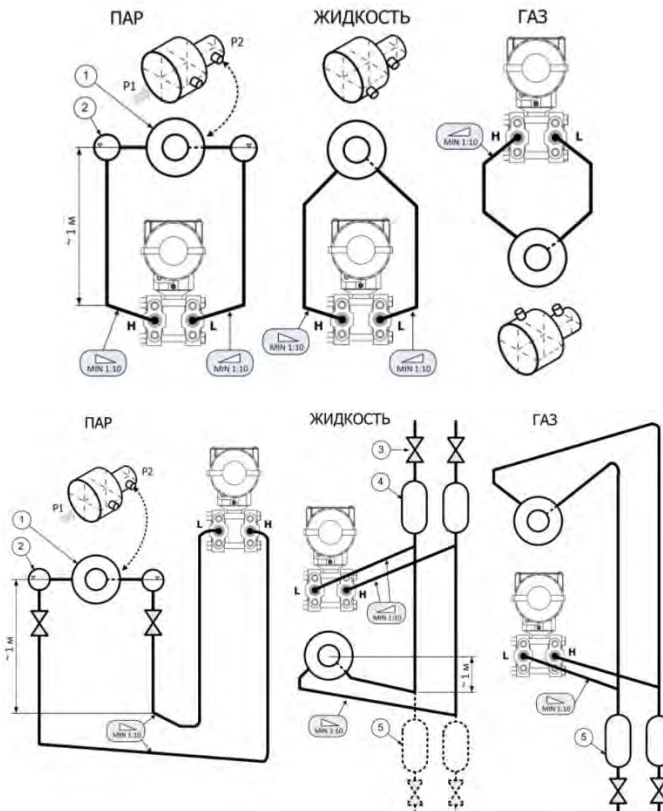


Рисунок 8. Схемы монтажа для измерения давления пара, газа или жидкости, где указаны элементы: 1 – место измерения давления; 2 – конденсационный сосуд; 3 – вентиль; 4 – газосборник; 5 – отстойный сосуд для конденсата.

5.7. Для модели HMP 331D рекомендуется применять 2-х вентильный, а для модели DMD 331D – 3-х вентильный блок, позволяющий отсекал датчик от измеряемой среды и выравнивать давление на входах при калибровке (см. рис. 9). Рекомендуемая последовательность действий для отсечения датчика от процесса:

- закрыть отсекающий вентиль высокого давления;
- открыть уравнивающий вентиль;
- затем закрыть отсекающий вентиль низкого давления;
- открыть дренажный клапан (на фланцах прибора или на вентильном блоке) для сброса в атмосферу остаточного

давления среды, которое имеется в вентильном блоке и камерах датчика. Данная последовательность гарантирует, что прибор не будет подвергаться высокому дифференциальному давлению во время процесса отсечения. Для возвращения датчика в процесс необходимо выполнить выше указанные действия в обратном порядке.

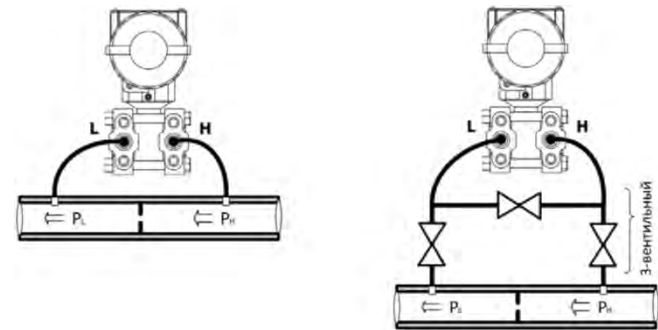
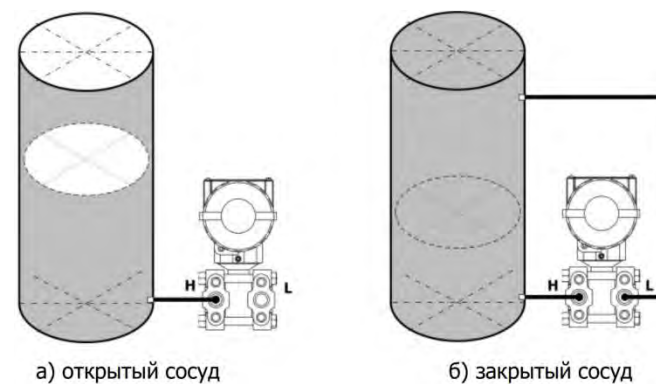


Рисунок 9. Схематический пример использования 3-х вентильного блока.

5.8. Для измерения гидростатического давления (уровня) в закрытом сосуде необходимо подключать вход высокого давления (H) к наиболее низкой точке емкости, вход низкого давления (L) – к верхней части емкости, уровень которой не достигается измеряемой средой. Для измерения гидростатического давления в открытом сосуде (имеет доступ к атмосфере) вход низкого давления (L) необходимо оставить открытым с доступом к атмосфере (см. рис. 10).



а) открытый сосуд
б) закрытый сосуд
Рисунок 10. Схемы монтажа для измерения гидростатического давления (уровня).

5.9. Не рекомендуется устанавливать датчик перед запорным устройством или насосом. При наличии в системе гидроударов рекомендуется использовать демпферы гидроударов.

5.10. При измерении давления пара рекомендуется использовать импульсные трубки, предварительно заполненные водой и камеры для конденсата.

5.11. Для осуществления контакта чувствительной мембраны с измеряемой средой датчик вворачивается в заранее подготовленное посадочное место необходимого типоразмера. При этом, используется уплотнение, входящее в комплект, или иное, стойкое к среде.

5.12. Монтаж датчика осуществляется только гаечным ключом через шестигранник: S27, S32, S36, S41, S44, S55. Установку датчиков рекомендовано осуществлять в соответствии с таб. 3.

Таблица 3. Моменты затяжки резьб датчиков и рекомендации по установке.

Присоединения по стандарту DIN 3852	Присоединения NPT	Присоединения Dairy pipe	Присоединения Clamp	Фланцевые присоединения
G1/2": ~ 10 Нм M20x1.5: ~ 10 Нм G3/4": ~ 15 Нм G1": ~ 20 Нм G1 1/2": ~ 25 Нм	1/4"-18NPT: ~ 30 Нм 1/2"-14NPT: ~ 70 Нм	- отцентрируйте присоединение с ответной частью; - навинтите накидную гайку на ответную часть; - затяните гайку ключом.	- отцентрируйте присоединение с ответной частью; - закрепите присоединение кольцевым зажимом.	- отцентрируйте присоединение с ответной частью; - закрепите фланец 4 / 8 прижимными болтами.

! ЗАПРЕЩАЕТСЯ использовать нештатное уплотнение по резьбе (пакля, ФУМ-лента)!
ЗАПРЕЩАЕТСЯ устанавливать датчик в замкнутый объем, полностью заполненный жидкостью, так как это может привести к повреждению мембраны!
ЗАПРЕЩАЕТСЯ при вворачивании держать датчик за корпус!

5.13. Питание электрической части прибора необходимо осуществлять от источника постоянного напряжения, при этом амплитуда пульсаций напряжения не должна превышать 0,5 %.

5.14. Цепи датчика подключаются через разъемы в соответствии с электрическими схемами подключения (см. рис. 12-14., таб. 4.) или встроенным в датчик кабелем, согласно цветовой маркировке проводов кабеля (см. таб. 4.).

5.15. Для монтажа применяется медный экранированный кабель с изолирующей оболочкой. Для обеспечения устойчивой связи по протоколу HART рекомендуется применять экранированную витую пару проводов либо специальный кабель с сечением проводников не менее 0,2 мм² и длиной не более 1500 м.

5.16. Экран кабеля заземляется только на приемной стороне (у сопротивления нагрузки линии). Корпус прибора должен быть обязательно заземлен.

5.17. Для обеспечения эффективного уплотнения кабельным вводом следует использовать кабель круглого сечения подходящего диаметра. По умолчанию, с датчиком поставляется кабельный ввод для кабелей диаметром 6..12 мм.

5.18. Подключение электрических цепей датчиков во взрывозащищенном исполнении производится в соответствии с присвоенной маркировкой взрывозащиты и «Инструкции по обеспечению взрывозащиты».

5.19. Расположение контактов клеммной колодки показано на рис. 11.

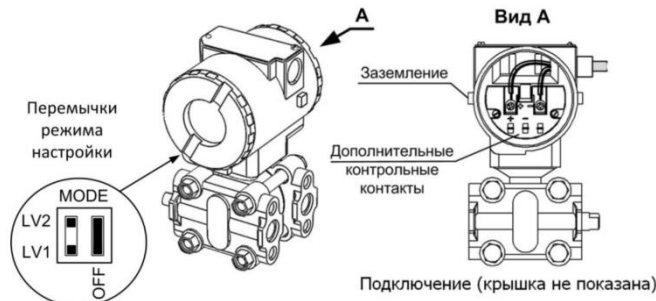


Рисунок 11. Расположение контактов на клеммной колодке и переключателей режима настройки под крышками.

5.20. Подключение приборов по HART-протоколу указано на рисунках 12 и 13.

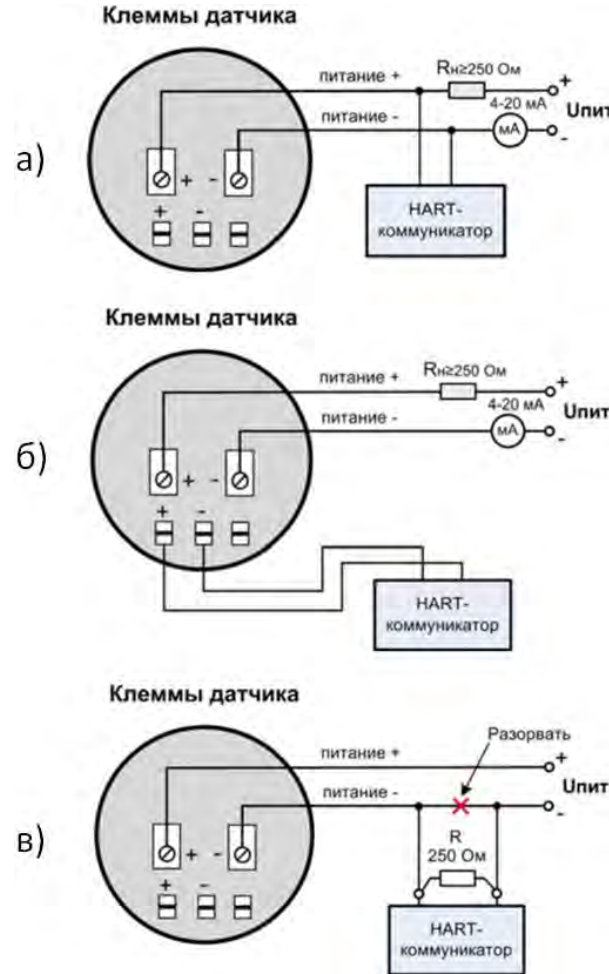


Рисунок 12. Варианты электрических схем подключения HART-коммуникатора:

- а) непосредственно к коммутационным клеммам прибора;
- б) к дополнительным контрольным контактам корпуса прибора;
- в) с временно устанавливаемым на его входе дополнительным резистором нагрузки (R) сопротивлением 250 Ом.

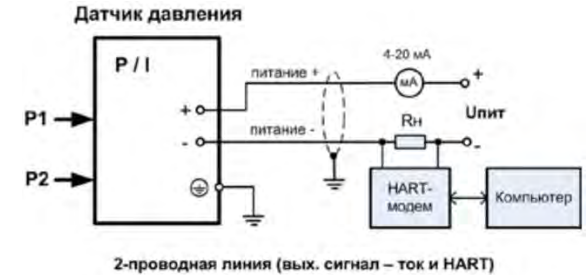


Рисунок 13. Электрическая схема подключения HART-модема. В случае измерения избыточного давления используется один вход (P1).

5.21. Возможно подключение до 15 приборов в одну цепь. Для работы многоканального режима каждому прибору должен быть установлен индивидуальный адрес связи – числовое значение от 1 до 15 (адрес по умолчанию – 0, для многоканального подключения не используется). Смена адреса выполняется программно по HART-протоколу, при помощи автономного HART-коммуникатора (см. приложение 4) или HART-модема с ПК. При активации многоканального режима связи у прибора отключается аналоговый выходной сигнал, - его значение фиксируется на уровне 4 мА. Измеренные значения в цифровом виде передается в компьютер, при этом приборы последовательно опрашиваются. Подключение группы приборов к одной цепи питания показано на рисунке 14.

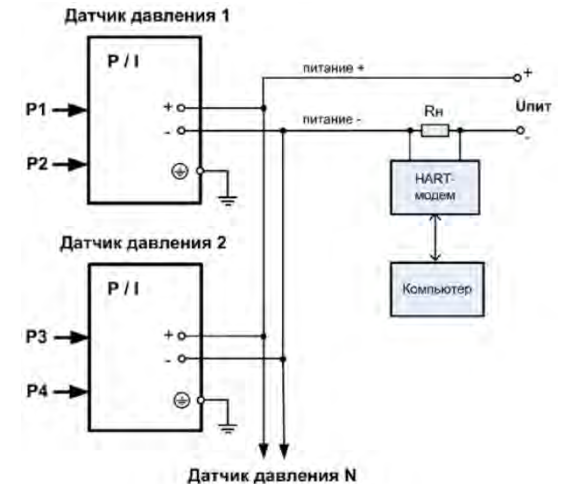


Рисунок 14. Подключение нескольких приборов DMD 331D / HMP 331D к одной линии питания (P1..P4 – давление измеряемой среды, $R_n \geq 250 \text{ Ом}$).

5.22. При подключении цепей необходимо соблюдать полярность. Датчики имеют защиту от короткого замыкания, обратной полярности и обрыва – не повреждаются, но и не работают.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать напряжение питания, превышающее максимально допустимое значение для данной модели датчика!
ЗАПРЕЩАЕТСЯ использование нештатных уплотнений при заделке кабеля! Кабель должен быть круглого сечения и соответствующего разьему диаметра.
ЗАПРЕЩАЕТСЯ прокладывать сигнальные провода через трубопровод или открытый кабельный желоб вместе с силовым кабелем или рядом с мощным электрооборудованием.
 Не допускается засорение входного отверстия штуцера со стороны низкого давления (атмосферного эталонного давления) при использовании модели DMD 331D в качестве датчика избыточного давления! Прибор должен быть установлен таким образом, чтобы обеспечить свободный дренаж загрязнений.
 При установке датчиков на резервуаре с катодной коррозионной защитой существует значительная разность потенциалов, что, при двухстороннем заземлении экрана сигнального кабеля, может привести к возникновению токов через него. На таких объектах кабельный экран разрешается не подключать к клемме заземления датчика.

Таблица 4. Электрические разъемы.

Подключение выводов	Контакты разъема		
	Полевой корпус		Розеточный корпус
	Разъем DIN 43650 (ISO 4400)	Каб. ввод M20x1,5 с дисплеем	
2-х пров. схема	Питание +	1	Клемма +
	Питание –	2	Клемма -
	Заземление	GND	Винт заземления

5.23. Максимальная длина кабеля для датчиков в исполнении с HART-протоколом рассчитывается по формуле:

$$L_{max} = \frac{65 \cdot 10^6}{R_V \cdot C_V} - \frac{40 \cdot 10^3}{C_V} \text{ м, где}$$

R_V – суммарное сопротивление кабеля и нагрузки, Ом;

C_V – емкость кабеля, пФ/м.

Пример: $R_V = 250 \text{ Ом}$, $C_V = 133 \text{ пФ/м}$.

$L_{max} = 1654$ метра. Таким образом, длина кабеля не должна превышать 1654 м.

6. Техническое обслуживание

6.1. К техническому обслуживанию допускаются только лица, изучившие настоящее руководство.

6.2. При получении датчика рекомендуется проверить комплектность в соответствии с паспортом. В паспорте следует указать дату ввода датчика в эксплуатацию, делать отметки, касающиеся технического обслуживания: данные периодического

контроля, о поверке средств измерений (СИ), о неисправностях датчика. Рекомендуется сохранять паспорт на изделие, как юридический документ при предъявлении рекламаций предприятию-изготовителю.

6.3. Техническое обслуживание датчика заключается в удалении внешней пыли и грязи, очистке измерительной мембраны, продувке камер датчика и сливе конденсата во фланцах через дренажные клапаны, а также профилактических осмотров. При осмотре проверить:

- целостность корпуса, отсутствие на нем коррозии, вмятин и видимых механических повреждений;
- надежность крепления винтовых соединений и самого изделия в рабочем положении;
- отсутствие признаков потери герметичности в линиях подвода давления;
- отсутствие повреждения изоляции в соединительных электрических кабелях;
- состояние заземления (заземляющие болты должны быть без ржавчины и затянуты – при необходимости очистить и подтянуть);
- убедиться в исправности электрических контактов клеммника (при необходимости подтянуть винтовые соединения клеммной колодки);
- убедиться в надежности уплотнения подводимого кабеля.

6.4. Периодичность технического обслуживания устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже, чем один раз в шесть месяцев.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ:
 - очистка мембраны датчика высоким давлением.
 - оказывать механическое воздействие какими-либо предметами на измерительную мембрану.
 - эксплуатировать датчики с видимыми механическими повреждениями.
 - производить продувку соединительных линий через датчик.

6.5. При включении прибора он выполняет самодиагностику своего состояния. При исправном состоянии на выходе устанавливается ток, соответствующий измеренному давлению. При возникновении неисправности встроенный контроллер обнаруживает информационные и аварийные ошибки. В случае обнаружения аварийной ошибки (при запуске или в процессе работы) на выходе датчика устанавливается постоянное значение тока, а также формируется дополнительная информация в виде системных сообщений (см. приложение 3, таб. С).

6.6. В процессе эксплуатации прибора могут возникнуть сбои в работе, требующие реакции обслуживающего персонала. В таблице 5 приведена информация о возможных проблемах и способах их устранения. В случае неисправностей, не предусмотренных в таблице 5, необходимо обратиться на предприятие-изготовитель для получения дополнительной информации.

Таблица 5. Возможные неисправности и способы их устранения.

Состояние	Способ устранения
Выходной сигнал отсутствует	Проверить соответствие полярности подключения источника питания и, при необходимости, изменить полярность Проверить наличие напряжения на клеммах питания и, при его отсутствии, обеспечить подачу питания Проверить и, при необходимости, обеспечить стабильность напряжения питания на клеммах прибора
Не удается установить связь с прибором по HART-протоколу	Проверить и, при необходимости, скорректировать величину нагрузочного сопротивления в цепи питания (оно должно быть не менее 250 Ом) Проверить правильность адреса прибора по HART-протоколу Проверить исправность HART-модема
Выходной ток больше 20 мА или меньше 3,8 мА	Прибор находится в режиме АВАРИЯ – для возврата в рабочий режим следует отключить его питание и повторно включить через 5-10 с Проверить величину подаваемого на прибор давления
Прибор не реагирует на изменение поданного на вход давления	Проверить наличие засоров в трубках подачи давления на сенсор и, при необходимости, привести их в соответствие со схемой работы Проверить, что величина входного давления соответствует измеряемому диапазону (в случае необходимости, перенастроить прибор на требуемый диапазон или заменить его на модель с требуемыми пределами измерений)
Выходной сигнал нестабилен, погрешность измерения превышает допустимую	Проверить герметичность линии подачи давления и измерительного сенсора, - обеспечить герметичность: подтянуть пробки, заменить уплотнительное кольцо При наличии колебаний давления измеряемой среды – включить электронный демпфер (в настройках прибора). При отсутствии колебаний давления измеряемой среды прибор следует заменить исправным

6.7. При эксплуатации датчик подвергается периодической поверке в соответствии с паспортными данными и документом «МП 202-008-19. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ. DMP, DMD, DS, DMK, ХАСТ, DM, DPS, HMP, NU. Методика поверки», утвержденным ИЦ ФГУП «ВНИИМС» 5 февраля 2019 года. Ссылка для скачивания:

<http://bdsensors.ru/documentation/check.html>

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ - 5 лет. 3 года - для преобразователей с основной погрешностью $\pm 0,1\%$.

Клеймо о первичной или периодической поверке ставится в паспорт изделия.

Метрологические характеристики датчика соответствуют заявленным значениям в течении межповерочного интервала (МПИ) при соблюдении потребителем правил хранения, транспортировки и эксплуатации, указанных в настоящем руководстве.

6.8. На датчик, отказавший в пределах гарантийного срока, составляется рекламационный акт. Образец можно скачать по ссылке:

<https://www.bdsensors.ru/ru/podderzhka/reklamaczii.html>

Рекламации на датчики давления с поврежденными пломбами предприятия-изготовителя и с дефектами, вызванными

нарушением правил эксплуатации, транспортирования и хранения, не принимаются.
Ремонт датчика может производить только завод-изготовитель.

7. Транспортировка и хранение

7.1. Датчики могут перевозиться в закрытом транспорте любого типа и на любое расстояние, при этом индивидуальная потребительская тара может дополнительно помещаться в транспортную тару.

7.2. Перевозка датчиков может осуществляться в транспортной таре при температуре окружающего воздуха от -40 до 85 °С, с соблюдением мер защиты от ударов и вибраций.

7.3. Хранение датчиков должно осуществляться в отапливаемых и вентилируемых помещениях при температуре от 5 до 40 °С. Воздух помещения не должен содержать пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию (группа 1 по ГОСТ 15150).

8. Комплектность, маркировка, упаковка

8.1. Датчик поставляется в комплекте в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6. Комплект поставки.

Наименование	Кол-во, шт.	Примечание
Датчик давления DMD 331D / HMP 331D	1	
Элементы крепежа	1	
Кабельный ввод (на выбор)	1	
Инструмент для локальной настройки (магнитный карандаш)	1	
Монтажный кронштейн (в коде заказа: K11 – прямой, K21 – угловой)	1	По отдельному заказу
Потребительская тара	1	
Паспорт	1	
Руководство по монтажу и эксплуатации (настоящий документ)	1	По запросу. Допускается комплектовать одним экземпляром каждые десять датчиков, поставляемых в один адрес. Документы можно скачать в электронном виде на сайте завода-производителя
Инструкция по обеспечению взрывозащиты	1	
Методика поверки	1	По запросу

8.2. На корпусе прибора (рис. 15.) выполнена гравировка со следующими надписями:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- модель датчика;
- условное обозначение датчика в соответствии с технической спецификацией;
- диапазон измерения с указанием единиц измерения;

- серийный (заводской) номер датчика, месяц и год выпуска;
- напряжение питания и распиновка;
- выходной сигнал;
- степень защиты от воздействия воды и пыли по ГОСТ 14254;
- маркировка взрывозащиты, номер сертификата соответствия и параметры взрывозащиты электрических цепей (в случае соответствующего исполнения).



Рисунок 15. Гравировка основных технических параметров.

8.3. На потребительскую тару и в паспорт изделия наклеена этикетка с указанием:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- модель датчика;
- условное обозначение датчика в соответствии с технической спецификацией;
- диапазон измерения с указанием единиц измерения;
- предел допускаемой основной погрешности;
- серийный (заводской) номер датчика, месяц и год выпуска;
- напряжение питания;
- выходной сигнал;
- маркировка взрывозащиты (в случае соответствующего исполнения).

8.4. Упаковка датчиков обеспечивает его сохранность при транспортировании и хранении. Датчик уложен в потребительскую тару – коробку из картона. Штуцер датчика закрывается колпачком, предохраняющим мембрану и резьбу от загрязнения и повреждения. Штуцеры датчиков кислородного исполнения перед упаковкой обезжириваются.

9. Ресурс и срок службы

- Режим работы датчика – непрерывный, круглосуточный.
- Средняя наработка на отказ – не менее 100000 ч.
- Средний срок службы – 12 лет (при НУ).

10. Сведения об утилизации

Изделие не содержит драгметаллов и экологически безопасно: не представляет опасности для здоровья человека и

окружающей среды. Порядок утилизации определяет эксплуатирующая организация.

Приложение 1. Внешний вид датчиков давления².



² В зависимости от конфигурации, внешний вид и размеры датчика могут меняться:
- Для Рнд ≤ 7 МПа и основной погрешности ≤ ±0,075 % ДИ: корпус датчика длиннее на 13 мм, диаметр больше на 26,5 мм, внешние резьбы реализованы через адаптеры (переходники).

Команда 1: прочитать значение текущей переменнойот ведущего устройства ведомому устройству ff ff ff ff ff 82 0d f0 03 01 02 01 00 7e (7e = Chk)от ведомого устройства ведущему устройству ff ff ff ff ff 86 0d f0 03 01 02 01 07 00 00 07 3f 01 76 54 66

Подчёркнутые символы являются длинным адресом.

Последующие байты:

- 01 = номер команды
- 07 = счётчик байтов
- 00 00 = статус
- 07 = единица измерения (bar)
- 3f 01 76 54 = давление в барах (IEEE 754 формат с плавающей запятой)
- 66 = Chk

Команда 34: записать значение времени демпфирования текущей переменной (задержка выхода от 0 до 99,9 с)от ведущего устройства ведомому устройству ff ff ff ff ff 82 0d f0 03 01 02 22 04 00 00 00 00 59

Подчёркнутые символы являются длинным адресом.

Последующие байты:

22 = номер команды
04 = счётчик байтов
00 00 00 00 = значение времени демпфирования
59 = Chk

от ведомого устройства ведущему устройству ff ff ff ff ff 86 0d f0 03 01 02 22 06 00 40 00 00 00 00 1f

40 = конфигурация изменена (первый байт статуса).

Команда 44: записать единицы измерения текущей переменнойот ведущего устройства ведомому устройству ff ff ff ff ff 82 0d f0 03 01 02 2c 01 xx yy (yy = Chk)от ведомого устройства ведущему устройству ff ff ff ff ff 86 0d f0 03 01 02 2c 03 00 40 xx yy

Подчёркнутые символы являются длинным адресом.

Последующие байты:

2c = номер команды			
03 = счётчик байтов			
xx :	04 - mmH ₂ O	05 - mmHg	06 - psi
	07 - bar	08 - mbar	09 - g/cm ²
	0A - kg/cm ²	0B - Pa	0C - kPa
	0D - torr	0E - atm	

Приложение 3. Руководство по настройке параметров датчиков DMD 331D / HMP 331D.

Таблица А. Положение переключателей для режимов работы

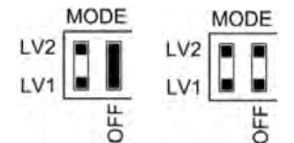
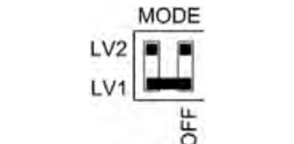
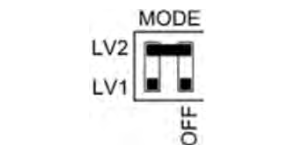
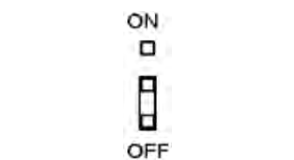
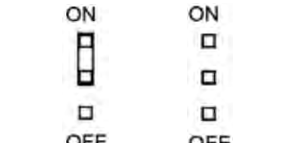
Состояние контактов	Режим настройки
	HART только чтение. Запрет конфигурирования по HART. Запрет ручного конфигурирования.
	HART чтение и возможность настройки по HART всех параметров. Ручная настройка НПИ и ВПИ с подачей опорного давления.
	Конфигурирование по HART разрешено. Ручная настройка всех параметров через меню прибора.

Таблица В. Положение переключателей для управления подсветкой дисплея

Состояние контактов	Режим настройки
	Подсветка дисплея отключена (минимальное напряжение питания прибора 9 В DC).
	Подсветка дисплея включена (минимальное напряжение питания прибора 12 В DC)

Заводские параметры работы соответствуют заказу, и основные из них указаны в паспорте прибора. Дополнительные заводские установки следующие:

- изменение выходного сигнала: линейно возрастает пропорционально входному давлению;
 - значение времени демпфирования: 0 с;
 - отображение на экранах: экран 1 – давление в единицах измерения, экран 2 – дублирует первый экран;
 - адрес прибора по протоколу HART: 0 (для активизации многоканального режима связи для адреса может быть установлено одно из чисел от 1 до 15);
 - версия HART-протокола: 7.
- Версию программного обеспечения HART и все остальные конфигурационные параметры можно узнать при помощи коммуникатора, работающего по протоколу HART (см. приложение 4).

При эксплуатации могут быть изменены параметры работы прибора с учетом конкретных требований пользователя. Все настройки производятся при подключении прибора по одной из схем, приведенных на рис. 12-14. При этом устанавливается технологический переключатель режима настройки в виде переключателей в нужное положение. Переключатели режимов работы датчика находятся под крышкой справа от дисплея (таб. А), а включение / отключение подсветки – слева от дисплея (таб. В).

Встроенная индикация:

На лицевой стороне прибора расположен жидкокристаллический дисплей, назначение элементов которого указано на рисунке А. Дисплей позволяет отображать одну или две величины (например, измеряемое давление и выходной ток, с указанием единиц измерения). Каждая из величин показывается с интервалом в 3 секунды. Дисплей также выводит кодовую информацию (таб. С). Код ошибки показывается в момент начальной загрузки при подаче питания на прибор.

Настройка нуля и шкалы прибора без дисплея необходима для соответствия (калибровки) между показаниями прибора и точным давлением на входе.

1. Для этого следует подать опорное давление на сенсор прибора, соответствующее НПИ / ВПИ и дождаться его стабилизации. На время проведения работы следует установить переключку режима настройки между контактами LV1 (таб. А).
2. Снять верхнюю крышку-шильдик и вставить магнитный «карандаш» в отверстие Z / S (рис. В).
3. Через 2 с выходной сигнал установится равным 4 мА / 20 мА.
4. Удалить магнитный «карандаш» и закрыть настроечные отверстия крышкой-шильдиком.

Локальная настройка прибора с дисплеем:

На время проведения работы следует установить переключку режима настройки между контактами LV2 (таб А). Для настройки необходимо:

1. Снять верхнюю крышку и вставить магнитный «карандаш» в отверстие S (рис. С), при этом произойдет переход прибора в режим настройки параметров работы (на дисплее отображается один из пунктов меню).
2. Вставляя магнитный «карандаш» в отверстие Z, переключать пункты меню до выбора нужного (перечень доступных для изменения параметров приведен ниже).
3. Для активации выбранного пункта меню вставить магнитный «карандаш» в отверстие S.
4. Для возврата прибора в рабочий режим следует извлечь магнитный «карандаш» и закрыть настроечные отверстия крышкой-шильдиком.

Порядок действий при изменении конфигурирования и подстройки параметров:

1. Установка значений пределов НПИ / ВПИ:

- на вход прибора давление не подается;
- в меню **TOP RANGE** прибора выбрать пункт **LVR / URV** (со стрелкой вверх или вниз) и установить желаемое значение НПИ / ВПИ в единицах, выбранных в пункте меню **rAnG UNIT**. Стрелка указывает направление изменения значения, при помещении магнитного «карандаша» в отверстие S. Стрелка вверх – значения будут расти, стрелка вниз – уменьшаться.

Приложение 3. Руководство по настройке параметров датчиков DMD 331D / HMP 331D.

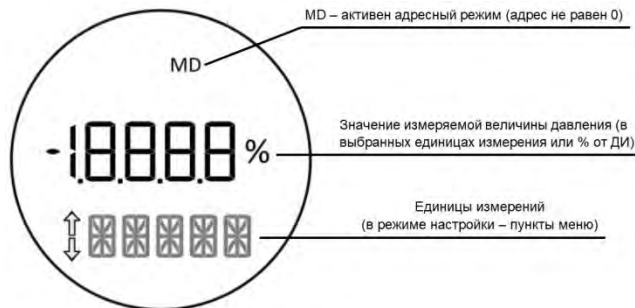


Рисунок А. Назначение элементов дисплея

Таблица С. Системные коды и их значение

Код ошибки	Значение
0864	Чувствительный элемент (ЧЭ) сенсора не присоединен (следует проверить соединение разъема шлейфа сенсора и электронного блока)
0080	Чувствительный элемент неисправен
0040	Неисправен встроенный датчик температуры. В этом случае измерение давления продолжается, но может возрасти погрешность полученных значений
****	Значения других кодов предназначены для сервисных служб и уточняются у изготовителя



Рисунок В. Расположение местных регуляторов настройки. Отверстие установки нуля обозначено Z (Zero), диапазона – S (Span)

2. Конфигурация. Установка НПИ / ВПИ с опорным давлением:

- на вход прибора подать давление, соответствующее НПИ / ВПИ и дождаться его стабилизации;
- в меню **TOP RANGE** прибора выбрать пункт **LRVP / URVP** – после его активации выходной сигнал установится, соответственно, равным 4 мА / 20 мА. При настройке выходной сигнал отображается в процентах от ДИ: 0 % соответствует 4 мА, 100 % - 20 мА.

3. Конфигурация. Время демпфирования:

- в меню **TOP RANGE** прибора выбрать пункт **DAMP** (со стрелкой вверх или вниз);
- установить значение параметра в диапазоне от 0 до 128 с. Эта функция позволяет сгладить изменения (уменьшить колебания) выходного сигнала при значительных колебаниях или скачках измеряемого давления.

4. Конфигурация. Единицы измерений:

- в меню **TOP RANGE** выбрать пункт **rAnG UNIT** и активировать его;
- в доступном перечне выбрать нужную единицу (таблица D):

5. Подстройка параметров:

- для корректировки характеристики прибора в меню **TOP TRIM** следует выбрать нужный пункт (**ZTRIM / LTRIM / UTRIM**) и активировать его при соответствующем значении поданного на вход давления.

Настройка прибора HART-коммуникатором:

Для изменения параметров работы прибора можно использовать автономный ручной HART-коммуникатор, подключенный по схемам, приведенным на рисунке 12. HART-коммуникатор может быть подключен к прибору в любой точке токовой петли, при этом во всех случаях сопротивление цепи между точками подключения коммуникатора должно быть не менее 250 Ом.

Рекомендуется использовать модели универсальных HART-коммуникаторов, например, Hart 375 Communicator BR. Основные возможности и особенности работы полевого HART-коммуникатора модели 375 указаны в приложении 4.

Настройка прибора с помощью компьютера с HART-модемом:

Изменение параметров работы прибора можно выполнить удаленно при помощи ПК, подключенного через HART-модем по схемам на рисунках 13-14. Рекомендуется использовать модели HART-модемов: MH-02, ESH232U, ADAPT-300 и др. в комплекте со специальным ПО «Config v. 2.0». ПО и инструкция по настройке датчика через него предоставляется по запросу.

Перечень измеряемых параметров:

Пункты меню на дисплее		Назначение выполняемых функций
TOP RANGE		Конфигурирование и установка значений:
rAnG UNIT		Переключается пункт меню кнопкой «S», выбор – кнопкой «Z»:
	Unit kPa	- выбор единицы измерений (таб. D) кнопкой «Z»
↑LRV		- установка нижнего предела измерений (НПИ). Стрелка вверх / вниз указывает направление изменений значений при активации кнопки «S»
↓LRV		
↑URV		- установка верхнего предела измерений (ВПИ). Стрелка вверх / вниз указывает направление изменений значений при активации кнопки «S»
↓URV		
↑SPAN		- установка диапазона измерений (разность между ВПИ и НПИ). Стрелка указывает направление изменений значений при активации кнопки «S»
↓SPAN		
LRVP		- установка НПИ с опорным давлением
URVP		- установка ВПИ с опорным давлением
↑DAMP		- установка времени демпфирования (значения от 0 до 128 с), настройка времени усреднения выходного сигнала. Стрелка указывает направление изменений значений при активации кнопки «S»
↓DAMP		
rAnG RESET		Сброс всех настроек на заводские
rAnG SAVE		Сохранение измененных настроек

Приложение 3. Руководство по настройке параметров датчиков DMD 331D / HMP 331D.

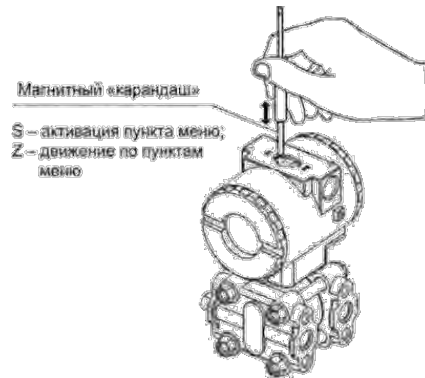


Рисунок С. Элементы локальной настройки

Таблица D. Отображаемые на дисплее единицы измерений

Вид на дисплее	Описание единицы измерений
Torr	торр (1 торр $\approx$ 133,3 Па)
in H ₂ O	дюйм водного столба (при 20 °C)
in Hg	дюйм ртутного столба (при 0 °C)
ft H ₂ O	фут водного столба (при 20 °C)
mm H ₂ O	миллиметр водного столба (при 20 °C)
mm Hg	миллиметр ртутного столба (при 0 °C)
psi	фунт на квадратный дюйм
bar	бар
mbar	мбар
gf/cm ²	гс / см ² (грамм силы на квадратный сантиметр)
kgf/cm ²	кгс / см ² (килограмм силы на квадратный сантиметр)
Pa	Па (паскаль)
kPa	кПа (килопаскаль)
MPa	МПа (мегапаскаль)
atm	атмосфера физическая
ESC	Пункт для выхода из меню (активация кнопкой «S»)

rAnG ESC		Выход в главное меню без изменения настроек
tOP TRIM		Подстройка параметров (переключается пункт меню кнопкой «Z», выбор – кнопкой «S»)
PSWD		- ввод пароля (заводская установка пароля – «1»)
ZTRIM		- коррекция значения нулевого давления
↑LTRIM		- подстройка НПИ (измеренное значение давления НПИ). Стрелка указывает направление изменений значений кнопкой «S»
↓LTRIM		
↑UTRIM		- подстройка ВПИ (измеренное значение давления ВПИ). Стрелка указывает направление изменений значений кнопкой «S»
↓UTRIM		
triin RESET		Сброс всех настроек на заводские
triin SAVE		Сохранение измененных настроек
triin ESC		Выход в главное меню
tOP DISP		Отображение значения на дисплее (переключается пункт меню кнопкой «Z», выбор – кнопкой «S»):
Lcd LCD1		Первый экран (отображается 3 с):
	Lcd1 PR	- давление в единицах измерения
	Lcd1 PR%	- давление в % от диапазона
	Lcd1 CURR	- выходной ток в мА
	Lcd1 TEMP	- температура в °C
	Lcd1 ESC	Выход из подменю экрана 1
Lcd LCD2		Второй экран (отображается 3 с):
	Lcd2 PR	- давление в единицах измерения
	Lcd2 PR%	- давление в % от диапазона
	Lcd2 CURR	- выходной ток в мА
	Lcd2 TEMP	- температура в °C
	Lcd2 NULL	- нулевое значение
	Lcd2 ESC	Выход из подменю экрана 2
Lcd SAVE		Сохранение измененных настроек
Lcd ESC		Выход в главное меню без изменения настроек
tOP ALAR		Конфигурирование работы датчика при аварийном режиме
ALAR Mode		Установка значений выходного сигнала в аварийном режиме
	odE LO	- выходной сигнал фиксируется на уровне 3,6 мА
	odE HI	- выходной сигнал фиксируется на уровне 21 мА
	odE LAST	- выходной сигнал фиксируется на уровне, предшествующем аварийному состоянию
	odE USER	- выходной сигнал фиксируется на выбранном пользователем уровне (см. параметры ↑Ia и ↓Ia)
↑Ia		Установка значения выходного тока в аварийном режиме (в миллиамперах). Стрелка указывает направление изменений значений кнопкой «S»
↓Ia		
ALAR SAVE		Сохранение измененных настроек
ALAR ESC		Выход в главное меню без изменения настроек
tOP ESC		Переход в рабочий режим

Приложение 4. HART-коммуникатор модели 375.



Рисунок D. Назначение элементов управления коммуникатора модели 375

Общая информация:

Портативный коммуникатор модели 375 может работать автономно до 10 часов при температурах окружающей среды от -10 до 50 °С, в том числе во взрывоопасных зонах. Типовые схемы подключений для работы приведены на рис. 12, при этом полярность подключения может быть любой.

Внешний вид лицевой панели коммуникатора показан на рис. D.

После подключения к контролируемому прибору и включения HART-коммуникатора, на его дисплее появится основное меню с приложением HART, используемым по умолчанию. HART-коммуникатор позволяет настраивать следующие параметры:

- НПИ;
- ВПИ;
- время демпфирования;
- единицы измерений.

Включение коммуникатора производится удержанием нажатой около 2 с кнопки On / off .

Коммуникатором можно управлять нажатием кнопок или при помощи стилуса на сенсорном дисплее.

Назначение основных элементов управления:

Вид кнопки	Название	Описание действий
	On / off (Вкл. / откл.)	Включение и отключение питания коммуникатора, а также перевод его в режим ожидания
	Backlight (Подсветка)	Регулировка яркости подсветки дисплея (переключаются 4 уровня)
	Backsp, Delete, Page Up, Page Dn	Навигационные клавиши для перемещения по меню приложений (выбора), открытия и выхода из элементов меню
	Enter (Ввод)	Команда выполнить выбранную операцию и завершить редактирование, открытие элементов из главного меню или из меню Settings (Параметры) и для выбора любой подсвеченной кнопки
	Tab (Табуляция)	Перемещение по кнопкам и полям окна для выбора средства управления
	Function (Функция)	Включение альтернативной функциональности управляющих кнопок
	Алфавитно-цифровые клавиши	Ввод данных (цифр, букв и знаков – при многократном нажатии, до появления необходимой буквы или цифры) или выполнение функций, указанных на клавишах