ДАТЧИКИ
наполнения ультразвуковые типа ДНУ

ПАСПОРТ

ДН.02.023-05 ПС

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДЕЛИИ

1.1 Датчики наполнения ультразвуковые (в дальнейшем – датчики) предназначены для контроля уровня жидкости и сыпучих материалов в резервуарах (силосах, бункерах, цистернах) и других хранилищах.

1.2 Датчики разработаны и производятся в соответствии с требованиями ГОСТ IEC 60947-5-2-2024.

1.3 Датчики применяются в системах автоматизации технологических процессов для выдачи сигналов на управление исполнительными устройствами на заполнение/опорожнение резервуаров на предприятиях химической, машиностроительной, металлургической, пищевой и других отраслях промышленности.

1.4 Датчики не требуют контакта с веществом, что предотвращает загрязнение и преждевременный износ или механическое повреждение. Могут обеспечивать точный контроль на больших расстояниях, в тяжелых условиях высокой задымленности и запыленности.

1.5 Датчики не предназначены для использования в качестве средств измерений.

1.6 Датчики рассчитаны на непрерывный круглосуточный режим работы.

1.7 Датчики, питаемые от изолированного источника напряжения постоянного тока, не имеют опасных напряжений и являются электробезопасными в условиях эксплуатации, как оборудование класса III по ГОСТ Р МЭК 536-94.

2 КЛАССИФИКАЦИЯ ДАТЧИКОВ

Обозначение типоразмеров датчиков и их соответствие характеристикам приведено в Таблице 1. Выпускаемые типоразмеры указаны в каталоге продукции ЗАО «СЕНСОР».

Таблица 1 - Обозначение датчиков и их соответствие основным параметрам

Обозначение типоразмера	Зона чувствительности, м	Слепая зона, мм	Разрешающая способность, мм
ДНУ-3110	0,2-3	200	10
ДНУ-5110	0,3-4,5	300	5
ДНУ-8110	0,5-8	500	5
Примечание. Зона чувствительности указана для стандартной цели (стандартного объекта воздействия) – металлического квадрата со стороной 250 мм.			

3 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1 Датчики состоят из металлического корпуса с крышкой, в котором размещены две печатные платы с электронными компонентами, гермоввода и ультразвукового элемента (Рис. 1). Под крышкой расположен OLED-индикатор и четыре кнопки для настройки и калибровки датчика. В крышке датчика расположено стеклянное окно, для просмотра показаний датчика.

3.1.1 OLED-индикатор показывает уровень наполнения бункера, расстояние до объекта, выбранные режимы работы датчика.

3.1.2 Кнопками «М», «Н», «↑» и «↓» (Рис. 2) происходит выбор режима работы датчика, калибровка, переключение режима отображения показаний.

3.2 Основные технические характеристики.

3.2.1 Номинальное напряжение питания 24 В.

3.2.2 Диапазон напряжений питания в пределах 10-30 В.

3.2.3 Максимальный ток нагрузки дискретного выхода 500 мА.

3.2.4 Максимальная емкость нагрузки дискретного выхода 10 мкФ.

3.2.5 Падение напряжения на дискретном выходе не более 2 В.

3.2.6 Собственный ток потребления не более 100 мА.

3.2.7 Выходной аналоговый сигнал программируемый (4-20 / 0-20 мА).

3.2.8 Выходной дискретный сигнал программируемый (PNP - НО\НЗ).

3.2.9 Точность определения расстояния 2%.

3.2.10 Рабочий диапазон температур от минус 30 до +70°С.

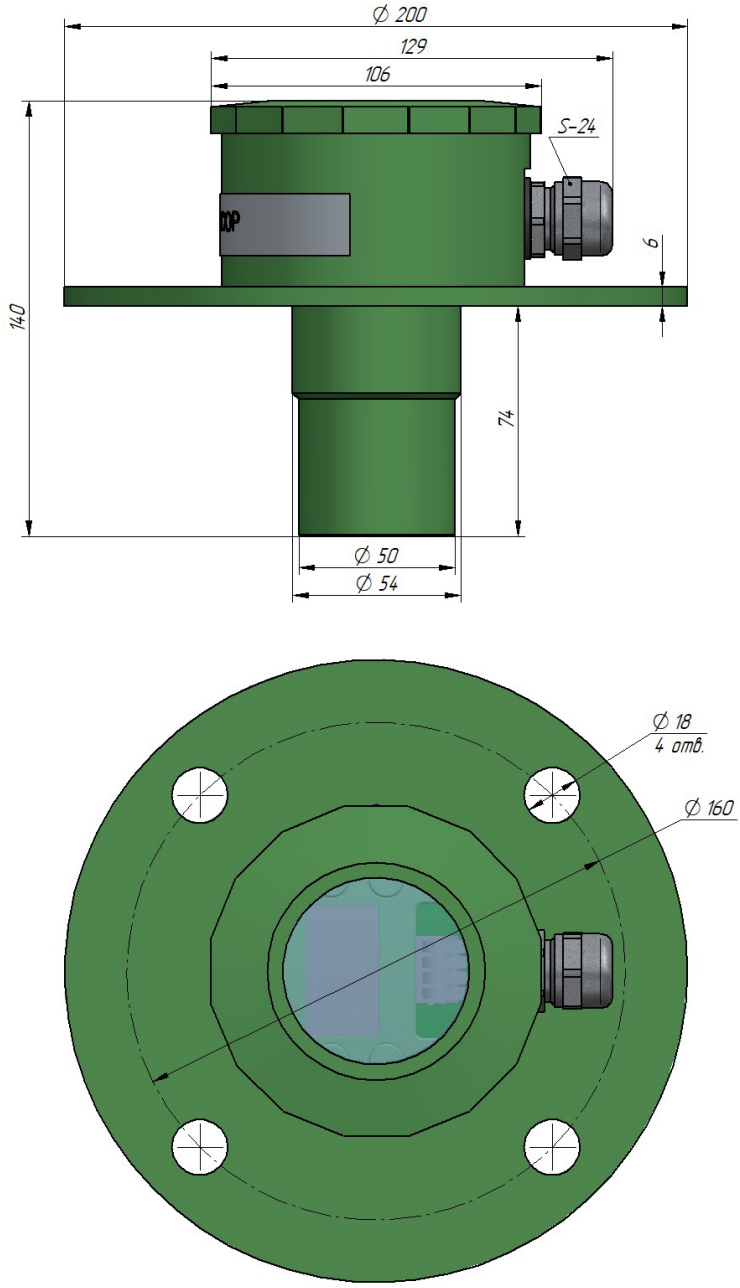


Рисунок 1 – Внешний вид датчика

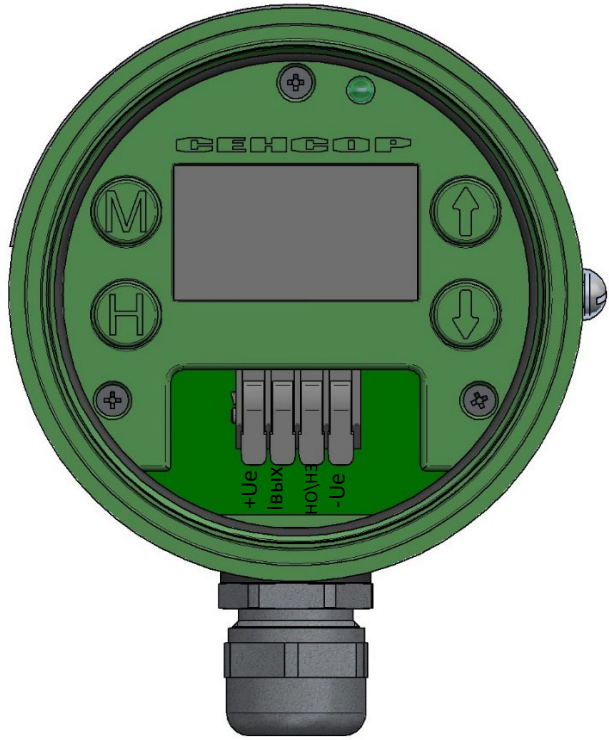


Рисунок 2 – Вид датчика изнутри

3.2.11 Дифференциальный ход (гистерезис) ближней и дальней границы дискретного выхода 30 мм.

3.2.12 Подключение – клеммная колодка (сечение жил 0,2-4 кв. мм.).

3.2.13 Гермоввод под кабель диаметром 6-12 мм.

3.2.14 Масса не более 1,5 кг.

3.2.15 Время отклика не более 1000 мс.

3.3 Датчики имеют тактовую защиту дискретного выхода от перегрузок по току. При перегрузке выхода по току защита прерывает ток через дискретный выход. Через короткое время защита восстанавливает цепь и, если перегрузка осталась, вновь прерывает ток. Циклы повторяются до устранения перегрузки.

3.4 Датчики включаются в электрическую цепь по 4-х проводной схеме (Рис. 3). Соответствие выводов и схема подключения указаны в маркировке датчика.

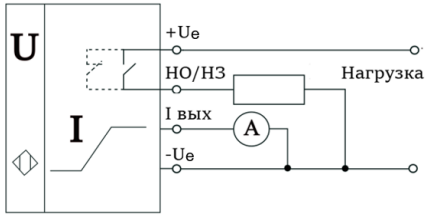


Рисунок 3 - Схема подключения датчиков

3.5 Датчики имеют температурную зависимость.

Скорость распространения ультразвуковой волны зависит от температуры окружающей среды. Датчик имеет встроенный датчик температуры и автоматически учитывает изменение этой скорости.

4 ПРИНЦИП РАБОТЫ

4.1 Датчик излучает ультразвуковую волну и регистрирует ее отражение от материала. Излучателем ультразвуковых колебаний и приемником отраженного сигнала является пьезоэлемент. Длительность времени между излучением сигнала и приемом его отражения зависит от удаленности объекта воздействия от датчика. Данное время измеряется и сравнивается со значениями ближней и дальней границ зоны чувствительности, которые программируется пользователем.

4.2 Датчики имеют два выходных сигнала:

– аналоговый токовый (программируется диапазон 4-20мА или 0-20мА);

– дискретный PNP (программируется режим НО (замыкания) или НЗ (размыкания) цепи нагрузки при появлении материала в запрограммированно окне).

4.3 Аналоговый выход.

Величина тока аналогового выхода зависит от уровня материала в окне, которое является частью зоны чувствительности ДНУ. Ближняя и дальняя границы окна аналогового выхода могут быть установлены пользователем. Пользователь также имеет возможность выбрать диапазон изменения аналогового сигнала (4-20 мА или 0-20 мА) и направление изменения (уменьшение или увеличение) выходного тока при наполнении. На рисунке 4 показаны варианты изменения выходного тока. Процедура программирования аналогового выхода описана в разделе 7.

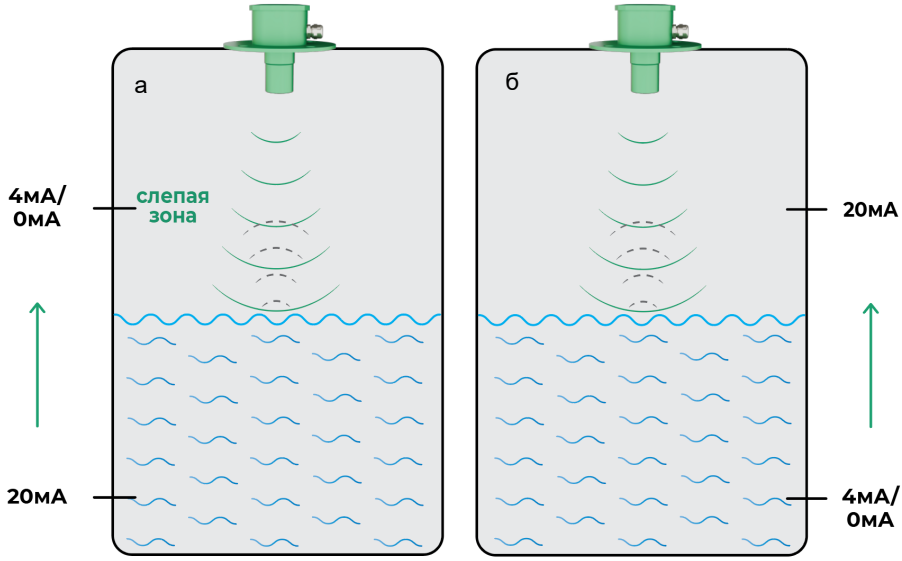


Рисунок 4 – Изменение тока аналогового выхода при наполнении (а – уменьшение, б – увеличение)

В режиме работы 4-20 мА при выходе уровня материала за границы окна аналогового выхода, выходной ток не опустится ниже 3,8 мА и не поднимется выше 22 мА (Рис. 5 и 6). Уровень материала на рисунках показан условно.

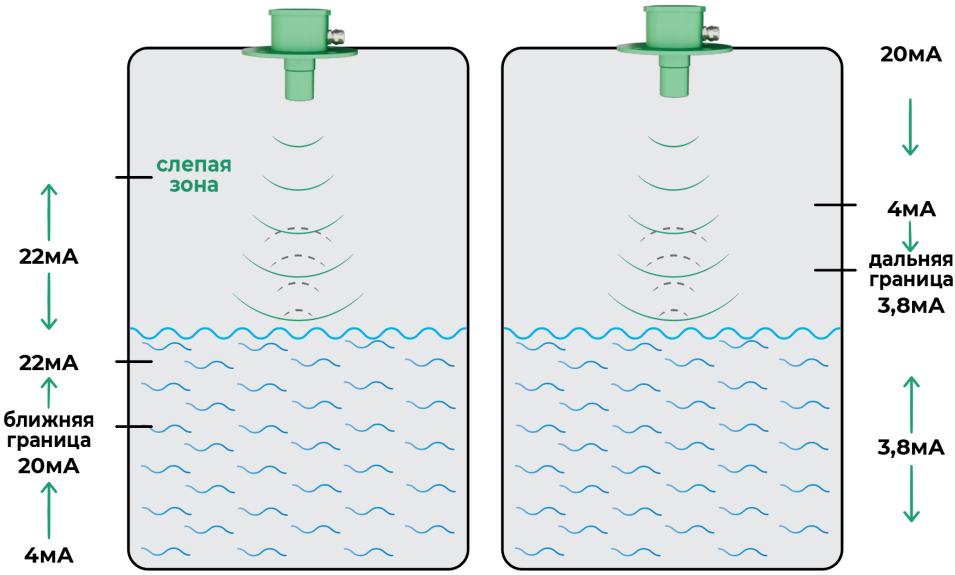


Рисунок 5 – Значения выходного тока в режиме 4-20мА за ближней или дальней границами, режим - увеличение тока при наполнении

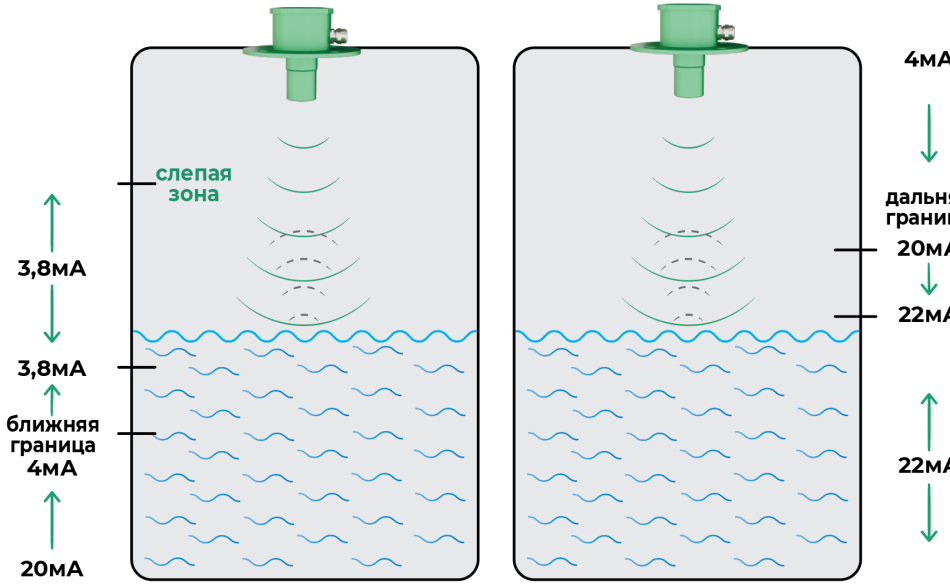


Рисунок 6 – Значения выходного тока в режиме 4-20мА за ближней или дальней границами, режим - уменьшение тока при наполнении

В режиме работы 4-20 мА при отсутствии отраженного сигнала выходной ток принимает значение 3,5 мА. Отсутствие выходного тока в данном режиме сигнализирует о неисправности.

В режиме работы 0-20 мА при выходе уровня материала за границы окна аналогового выхода, выходной ток будет удерживаться на уровне 0 мА или 20 мА (Рис. 7 и 8).

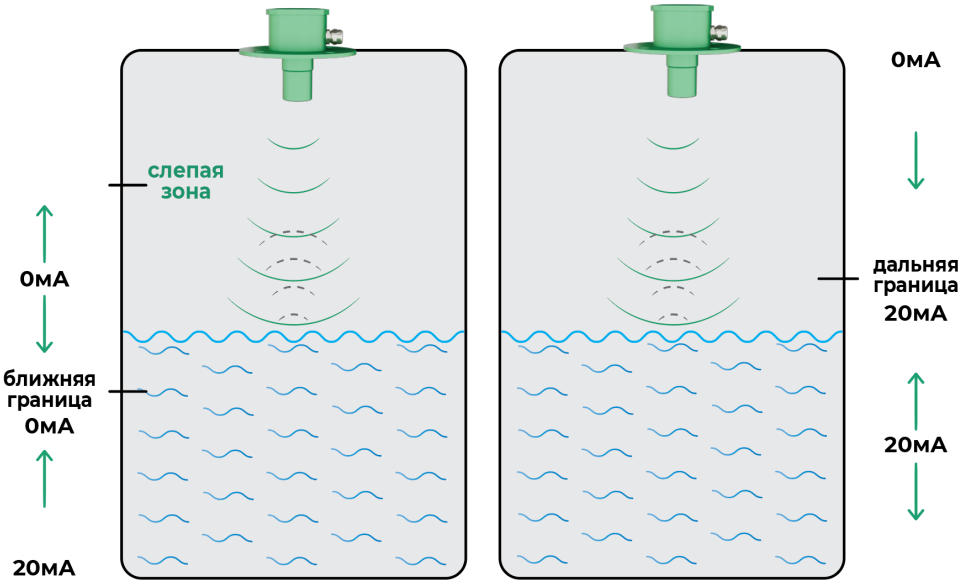


Рисунок 7 – Значения выходного тока в режиме 0-20мА за ближней или дальней границами, режим - уменьшение тока при наполнении

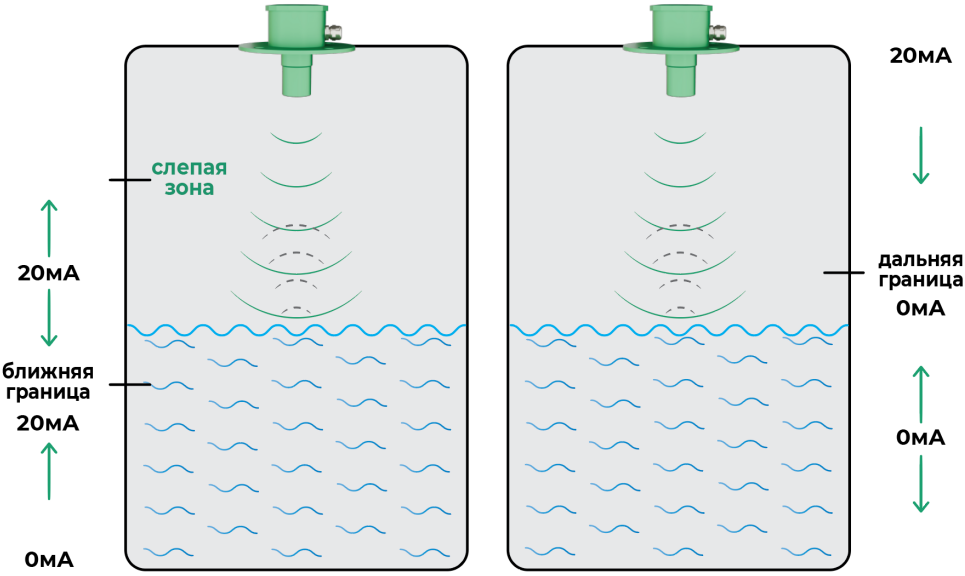


Рисунок 8 – Значения выходного тока в режиме 0-20мА за ближней или дальней границами, режим - увеличение тока при наполнении

Максимальное значение сопротивления нагрузки Rнагр, которую можно подключить к аналоговому выходу, зависит от напряжения питания Ue и определяется по следующей формуле:

$$\mathbf{R}_{\text{нагр.}} = \frac{\mathbf{U_e} - \mathbf{9}\text{В}}{\mathbf{22}\text{мА}} \qquad [1]$$

При необходимости, при помощи токового выхода 0-20 мА, можно получить аналоговый сигнал по напряжению 0-10 В. Для этого необходимо в соответствии с рисунком 9 подключить к токовому выходу сопротивление R=500 Ом. Напряжение U будет зависеть от тока аналогового выхода I в соответствии с формулой: $\mathbf{U} = \mathbf{I} \times \mathbf{R}$.

Таким образом, U = 0 В при Iвых = 0 мА, U = 10 В при Iвых = 20 мА.

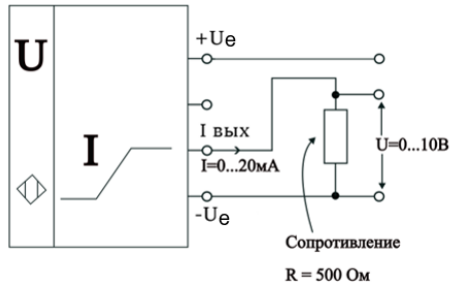


Рисунок 9 – Преобразование токового сигнала в сигнал по напряжению

Для такого включения рекомендуется использовать прецизионное сопротивление R, имеющее высокую точность и низкий температурный коэффициент. В соответствии с формулой 1 данное использование аналогового выхода возможно при напряжении питания датчика Ue не менее 20 В.

4.4 Дискретный выход.

Дискретный выход датчика срабатывает при наличии материала в окне. Ближняя и дальняя границы окна дискретного выхода устанавливаются пользователем и не зависят от ближней и дальней границ окна аналогового выхода.

При отсутствии материала дискретный выход датчика может быть нормально открытым (НО) или нормально закрытым (НЗ). Режим работы устанавливается пользователем. Процедура программирования дискретного выхода описана в разделе 7.

В режиме работы «НО», дискретный выход замыкается (замыкает цепь нагрузки), если уровень материала находится внутри окна и размыкается, если уровень материала находится вне окна (Рис. 10 а). При отсутствии отраженного сигнала дискретный выход разомкнут.

В режиме работы «НЗ» дискретный выход замыкается, если уровень материала находится вне окна и размыкается, если уровень материала находится внутри окна (Рис. 10 б). При отсутствии отраженного сигнала, дискретный выход замкнут.

При отсутствии питания цепь нагрузки разомкнута в любом режиме.

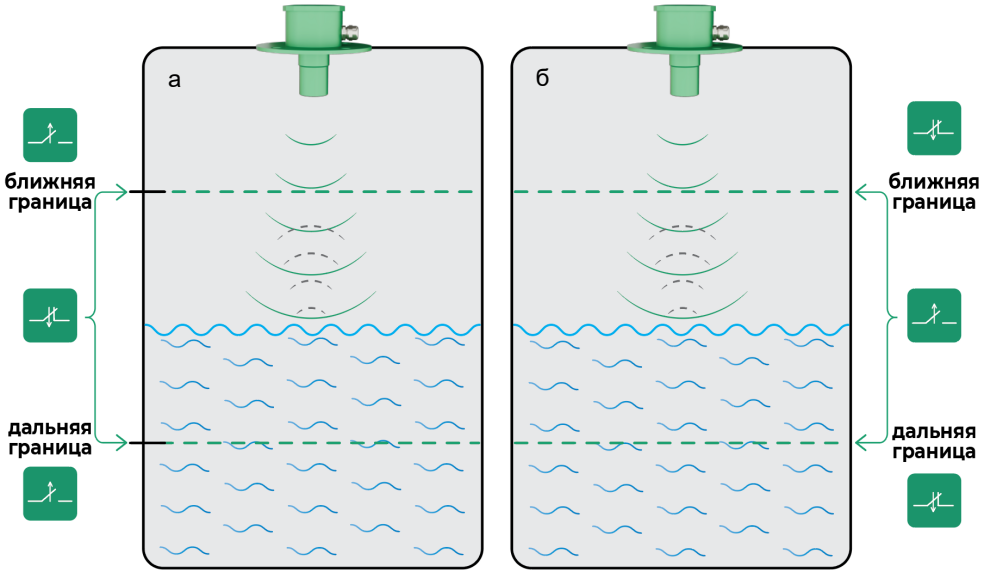


Рисунок 10 – Состояние дискретного выхода в режиме: а) «НО», б) «НЗ»

5 УСТАНОВКА ДАТЧИКА

Ультразвуковой датчик имеет слепую зону (Табл. 1). Внутри слепой зоны датчика, показания могут быть ошибочны. Не рекомендуется повышение уровня материала до слепой зоны датчика.

Рисунок 11 иллюстрируют правила установки датчиков:

– не допускать подъем материала в слепую зону;

– не устанавливать датчик вблизи впускного отверстия;

– не устанавливать датчик под углом к стенкам резервуара;

– не располагать датчик вблизи стенок резервуара;

– в зоне распространения ультразвукового луча кроме контролируемого материала не должно быть сторонних объектов, отражающих излучение, а также сужения резервуара.

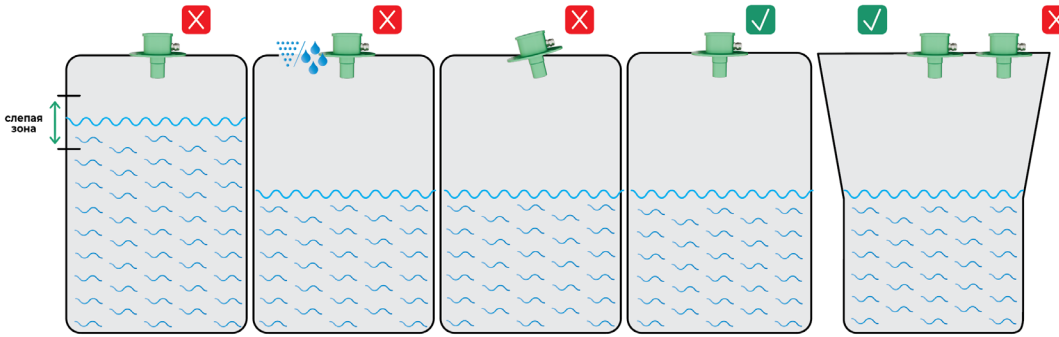


Рисунок 11 – Правила установки датчи ков

Датчики могут обнаруживать как жидкие, так и сыпучие материалы. Характеристики поверхности измеряемого материала влияют на его способность отражать ультразвуковую волну.

Наилучшее отражение имеют гладкие поверхности расположенные параллельно к чувствительной поверхности датчика. Такие материалы как жидкости или мелкофракционные сыпучие материалы с высокой насыпной плотностью, будут обнаруживаться датчиком на максимальном расстоянии. Расположение датчика под углом к поверхности жидкости, или наличие горки у сыпучего материала приведут к уменьшению зоны обнаружения.

Крупнофракционные сыпучие материалы позволяют датчику работать при больших отклонениях поверхности материала, соответственно лучше видеть горку. С другой стороны, такие материалы существенно снижают зону обнаружения.

Не рекомендуется использовать датчики для контроля материалов с низким акустическим сопротивлением, т.к. они плохо отражают ультразвуковую волну. К таким материалам, например относятся: пена, вата, поролон и т.д. Образование пены у жидкости, снижает зону обнаружение. При интенсивном пенообразовании использование датчиков не рекомендуется.

Ультразвуковой датчик может среагировать на сторонние (нежелательные) объекты. В резервуаре не должно быть поверхностей, способных отражать ультразвуковое излучение в сторону датчика (Рис. 12).

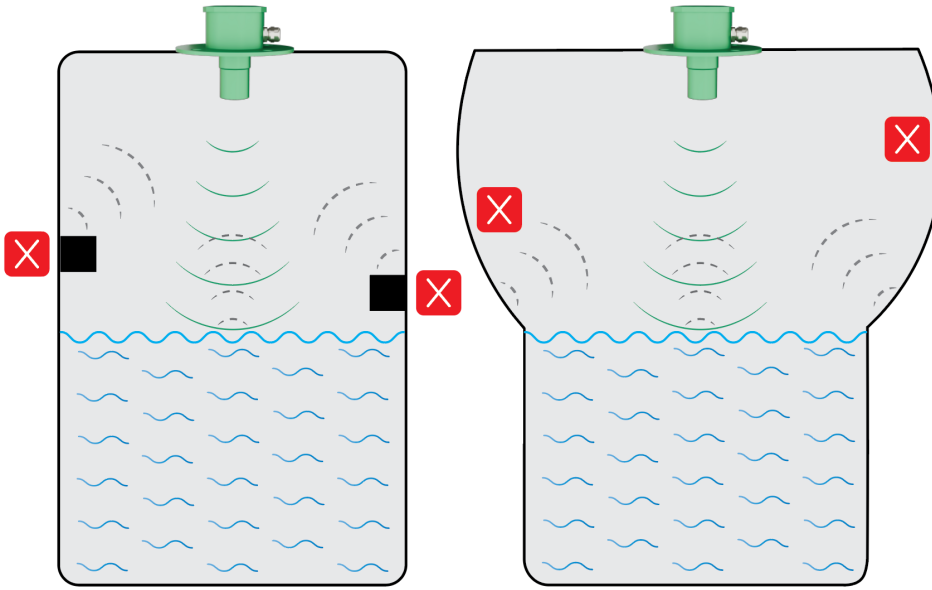


Рисунок 12 – Обнаружение датчиком сторонних\нежелательных объектов

6 ОТОБРАЖЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Датчики имеют OLED-индикатор, расположенный под крышкой датчика (Рис. 2), который выводит информацию о уровне заполнения ёмкости или о расстоянии от датчика до материала (Рис. 13).

При включении на экране отображается уровень заполнения ёмкости в процентах.

Нажатие «↑» и «↓» меняет режим отображения.

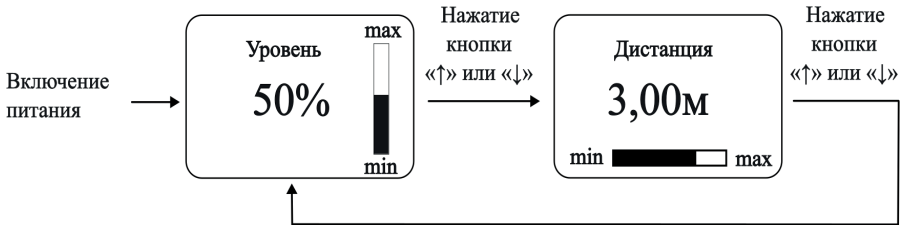


Рисунок 13 - Основное меню, отображение уровня заполнения или дистанции до материала

В режиме отображения уровня заполнения ёмкости, датчик показывает процент заполнения, который зависит от установленных пользователем ближней и дальней границ окна аналогового выхода.

7 ВЫБОР РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДАТЧИКА

7.1 Пользователь имеет возможность выбрать следующие режимы работы датчика:

- направление изменения тока аналогового выхода (увеличение тока при наполнении или уменьшение тока при наполнении);
- диапазон изменения аналогового сигнала (0-20мА или 4-20мА);
- режим работы дискретного выхода («НО» или «НЗ»).

7.2 Заводские настройки режимов работы:

- направление изменения тока аналогового выхода: увеличение тока при наполнении;
- диапазон изменения аналогового выхода: 4-20 мА;
- режим работы дискретного выхода: НО.

7.3 Выбор режима работы датчика, происходит с помощью кнопок «М», «↑» и «↓».

7.4 Для выбора диапазона изменения аналогового выхода, необходимо, находясь на основном экране (экран, на котором выводится информация о уровне заполнения или дистанции до материала), нажать кнопку «М». Далее в открывшемся меню выбора режима аналогового выхода, кнопками «↑» или «↓» выбрать нужный режим.

После того, как режим работы выбран, необходимо нажать кнопку «М» три раза для возвращения на основной экран.

Подробнее процесс настройки режима аналогового выхода отображен на рисунке 14.

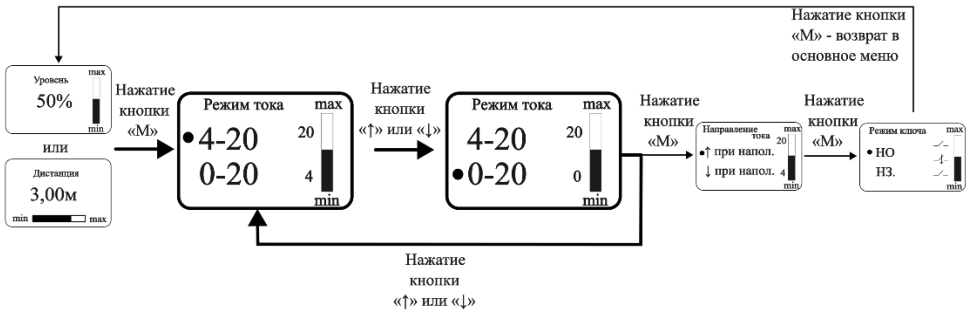


Рисунок 14 - Настройка режима работы аналогового выхода

7.5 Для выбора направление изменения тока аналогового выхода, необходимо, находясь на основном экране (экран, на котором выводится информация о уровне заполнения или

дистанции до материала), нажать кнопку «М» 2 раза. Далее в открывшемся меню выбора направления тока, кнопками «↑» или «↓» выбрать нужное направление.

После того, как режим работы выбран, необходимо нажать кнопку «М» два раза для возвращения на основной экран.

Подробнее процесс выбора направления изменения тока аналогового выхода отображен на рисунке 15.

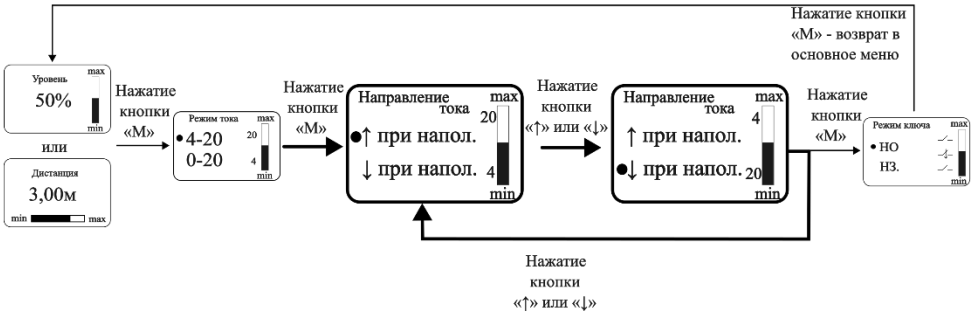


Рисунок 15 - Выбор направления изменения тока аналогового выхода

7.6 Для выбора режима работы дискретного выхода, необходимо, находясь на основном экране (экран, на котором выводится информация о уровне заполнения или дистанции до материала), нажать кнопку «М» 3 раза. Далее в открывшемся меню выбора режима работы дискретного выхода, кнопками «↑» или «↓» выбрать нужный режим.

После того, как режим работы выбран, необходимо нажать кнопку «М» для возвращения на основной экран.

Подробнее процесс настройки режима дискретного выхода отображен на рисунке 16.

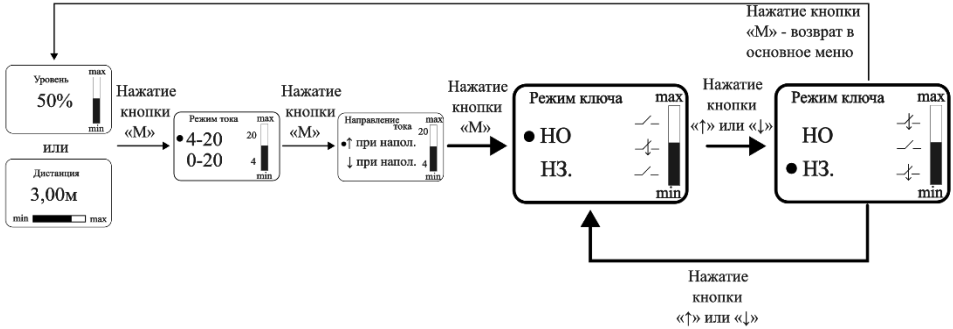


Рисунок 16 - Выбор режима работы дискретного выхода

8 КАЛИБРОВКА УРОВНЕЙ ДАТЧИКА

8.1 Пользователь имеет возможность установить:

- ближнюю и дальнюю границы окна аналогового выхода;
- ближнюю и дальнюю границы окна дискретного выхода.

Границы окна аналогового и дискретного выходов калибруются отдельно и никак не зависят друг от друга.

8.2 Заводские настройки границ окон аналогового и дискретного выходов указаны в таблице 2.

Таблица 2 - Заводские настройки границ окон аналогового и дискретного выходов

Границы окна	ДНУ-3110	ДНУ-5110	ДНУ-8110
Аналогового выхода	0,2 – 3 м	0,3 – 4,5 м	0,5 – 8 м
Дискретного выхода	1 – 2 м	1 – 2 м	3 – 4 м

8.3 Калибровка границ окон происходит с помощью кнопок «М», «Н», «↑» и «↓».

8.3.1 Алгоритм калибровки границ окна аналогового выхода.

1) Заполнить ёмкость материалом до уровня нижней границы (0%).

2) Находясь на основном экране (экран, на котором выводится информация о уровне заполнения или дистанции до материала), нажать кнопку «Н».

3) В нижней части экрана калибровки границ аналогового выхода будет указано расстояние от датчика до материала. Необходимо чтобы материал находился в зоне видимости датчика. В случае если датчик не видит материал, в нижней части экрана появится надпись «нет отв.», в этом случае датчик не даст произвести калибровку.

4) На экране калибровки границ аналогового выхода, кнопками «↑» и «↓» выбрать пункт «Imin».

5) Нажать кнопку «Н».

Датчик запишет в свою память уровень дальней границы, на 3 секунды на экране появится надпись о успешно записанном уровне.

6) Заполнить ёмкость материалом до уровня верхней границы (100%)

7) На экране калибровки границ аналогового выхода, кнопками «↑» и «↓» выбрать пункт «Imax».

8) Нажать кнопку «Н».

Датчик запишет в свою память уровень ближней границы, на 3 секунды на экране появится надпись о успешно записанном уровне.

9)Нажать кнопку «М» два раза для выхода в основное меню.

Примечание1: Калибровку ближней и дальней границ аналогового выхода допускается выполнять поочередно, т.е. сначала записать дальнюю границу после опорожнения ёмкости, выйти в основное меню и продолжить работу, а верхнюю границу записать после того, как уровень материала поднимется до нужного уровня.

Примечание2: Датчик некорректно измеряет уровень материала, поднявшийся в его слепую зону. Для правильной работы не рекомендуется записывать уровень материала в этой зоне (см. таблицу 1).

Подробнее процесс калибровки границ окна аналогового выхода отображен на рисунке 17 и 18.

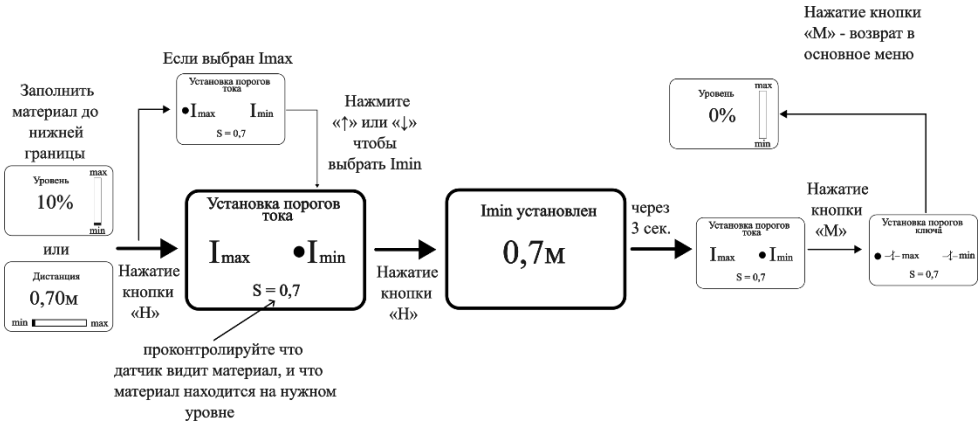


Рисунок 17 - Алгоритм калибровки нижней границы аналогового выхода

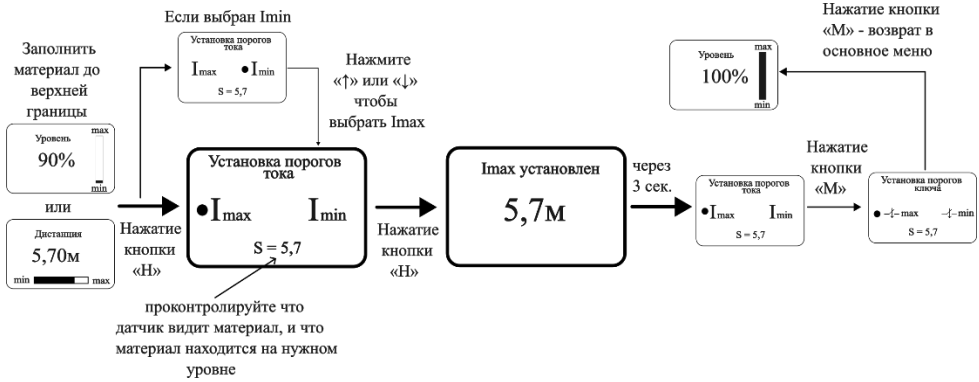


Рисунок 18 - Алгоритм калибровки верхней границы аналогового выхода

8.3.2 Алгоритм калибровки границ окна дискретного выхода.

1) Заполнить ёмкость материалом до уровня нижней границы окна дискретного выхода.

2) Находясь на основном экране (экран, на котором выводится информация о уровне заполнения или дистанции до материала), нажать кнопку «Н», затем нажать кнопку «М».

В нижней части экрана калибровки границ дискретного выхода будет указано расстояние от датчика до материала. Необходимо чтобы материал находился в зоне видимости датчика. В случае если датчик не видит материал, в нижней части экрана появится надпись «нет отв.», в этом случае датчик не даст произвести калибровку.

3) На экране калибровки границ дискретного выхода, кнопками «↑» и «↓» выбрать пункт «⊣↓– min».

4)Нажать кнопку «Н»

Датчик запишет в свою память уровень дальней границы, на 3 секунды на экране появится надпись о успешно записанном уровне.

5) Заполнить ёмкость материалом до уровня верхней границы дискретного выхода.

6) На экране калибровки границ дискретного выхода, кнопками «↑» и «↓» выбрать пункт «⊣↓– max».

7) Нажать кнопку «Н»

Датчик запишет в свою память уровень ближней границы, на 3 секунды на экране появится надпись о успешно записанном уровне.

8) Нажать кнопку «М» для выхода в основное меню

Подробнее процесс калибровки границ окна аналогового выхода отображен на рисунке 19 и 20.

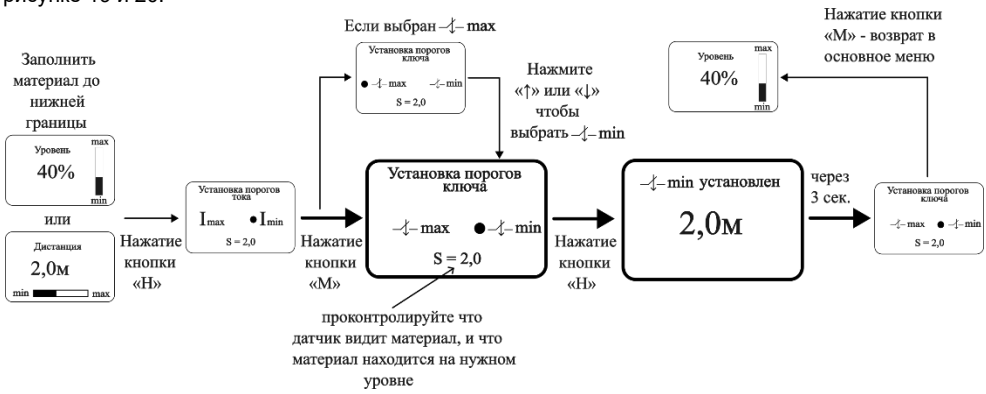


Рисунок 19 - Алгоритм калибровки нижней границы дискретного выхода

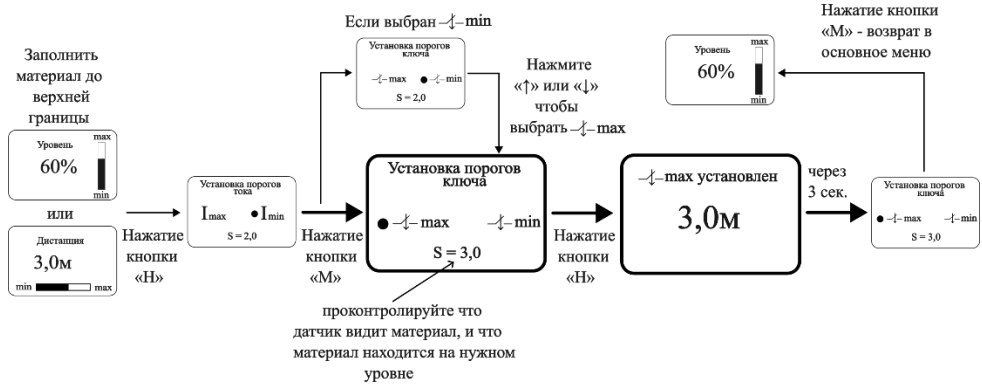


Рисунок 20 - Алгоритм калибровки верхней границы дискретного выхода

Инструкцию по настройке вы можете посмотреть по QR-коду

9 УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

9.1 По устойчивости к климатическим воздействиям датчики соответствуют виду климатического исполнения и категории размещения УХЛ3.1 по ГОСТ 15150-69 и пригодны для эксплуатации в диапазоне температур от минус 30 до +70 °С.

9.2 По устойчивости к внешним воздействующим факторам датчики соответствуют:

- группе механического исполнения М15 по ГОСТ 17516.1-90 по испытаниям на виброустойчивость;

- ГОСТ IEC 60947-5-2-2024 по испытаниям на воздействие одиночных ударов с пиковым ускорением до 30 g.

9.3 По электромагнитной совместимости датчики соответствуют ГОСТ IEC 60947-5-2-2024.

9.4 Датчики имеют степень защиты оболочки IP67 по ГОСТ 14254-2015.

9.5 Материалы, применяемые для изготовления корпусов датчиков, являются стойкими к длительному воздействию смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), содержащих керосин, масла и щелочные растворы (среды группы 7 по ГОСТ 24682-81), в условиях эксплуатации, не превышающих требования п. 9.4.

9.6 Механические нагрузки, возникающие при монтаже датчиков, не должны нарушать целостности корпуса, кабеля и крепежных элементов датчика. Усилие натяжения кабеля по оси кабельного ввода при монтаже не должно превышать 100 Н (10 кгс). Усилие натяжения кабеля в направлении, перпендикулярном оси кабельного ввода, не должно превышать значения 30 Н (3 кгс). Минимальный радиус изгиба кабеля не менее 40 мм.

10 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Комплект поставки на один датчик содержит:

- датчик – 1 шт.;
- упаковка – 1 шт.;
- паспорт – 1 шт.;
- монтажный фланец – 1 шт.

11 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

11.1 Гарантийный срок эксплуатации датчиков – 24 месяца со дня отгрузки изделий.

11.2 Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие изделия требованиям ГОСТ IEC 60947-5-2-2024 при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

11.3 Предприятие-изготовитель в течение гарантийного срока заменяет вышедшие из строя изделия при соблюдении правил их эксплуатации, транспортирования и хранения. Для осуществления замены неработоспособные датчики следует вернуть на предприятие-изготовитель для установления причин выхода из строя. Возвращаемые изделия необходимо сопроводить рекламацией с описанием реальных условий эксплуатации и проявления неисправности.

12 УТИЛИЗАЦИЯ

Материалы и комплектующие изделия, использованные при изготовлении датчиков, не представляют опасности для жизни, здоровья потребителя (пользователя) и не способны причинять вред его имуществу или окружающей среде. Утилизация вышедших из строя датчиков может производиться любым доступным потребителю способом.

13 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Изделия изготовлены и приняты в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, действующей технической документацией и признаны годными для эксплуатации.

Компания оставляет за собой право изменять модели и размеры без уведомления.

Полная техническая информация, чертежи и 3D модели находятся на сайте www.sensor-com.ru.

«_____» _____ 20…… г. М.П. _____

Дата приемки