



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ГРВТ.407612.002 РЭ

Версия 9 / сентябрь 2026



ТЭК-ЭМБУ

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ УРОВНЯ
БУЙКОВЫЕ

Утвержден
ГРВТ.407612.002 РЭ-ЛУ
ОКПД2 26.51.52.120

Настоящее руководство по эксплуатации (далее РЭ) содержит сведения о конструкции, принципе действия, основных технических характеристиках преобразователей уровня буйковых ТЭК-ЭМБУ (далее преобразователи), необходимые для правильной и безопасной их эксплуатации.

К работе с преобразователями допускаются лица, изучившие настоящее РЭ, имеющие необходимую квалификацию, обученные правилам техники безопасности, установленным эксплуатационными службами.

Указания по оформлению заказа преобразователей и примеры записи при заказе приведены в приложении А.

Содержание

1 Описание и работа	5
1.1 Назначение изделия	5
1.2 Технические характеристики	6
1.3 Состав изделия	18
1.4 Устройство и работа	19
1.5 Конструкция	22
1.6 Маркировка	31
1.7 Упаковка	33
2 Использование по назначению	34
2.1 Эксплуатационные ограничения	34
2.3 Подготовка изделия к использованию	35
2.4 Порядок установки и монтаж	36
2.5 Электрическое подключение	47
2.6 Конфигурирование в программе «Конфигуратор ТЭК-ЭМБУ»	48
2.5.1 Необходимое оборудование и программное обеспечение	48
2.5.2 Подготовка преобразователя к работе	48
2.5.3 Запуск программы	48
2.5.4 Настройка ЭМБУ	50
2.5.5 Настройка различных параметров HART	51
2.5.6 Внутренние программы	51
2.5.7 Настройка уровнемера на стенде.	53
2.5.8 Загрузка заводских настроек	54
2.6 Настройка преобразователя с помощью меню прибора	55
2.7 Процедура укорочения длины подвеса	65
2.8 Пределы массы буйка при нестандартной установке	66
2.9 Замена буйка	67
2.10 Возможные неисправности и методы их устранения	69
2.10 Меры безопасности при эксплуатации	71
3 Техническое обслуживание изделия	72
3.4 Меры безопасности	72

3.5 Порядок технического обслуживания изделия.....	72
4 Консервация (расконсервация, переконсервация)	75
5 Хранение	76
6 Транспортирование	77
7 Утилизация.....	78
Приложение А Указания по оформлению заказа преобразователей	79
Альтернативная форма записи при заказе.....	82
Приложение Б Протокол информационного обмена по интерфейсу RS- 485	84
Список регистров протокола ModBus преобразователей	88
Приложение В Габаритные и установочные размеры преобразователей	101
Приложение Г Схемы электрические подключения.....	105

1 Описание и работа

1.1 Назначение изделия

Буйковые уровнемеры ТЭК-ЭМБУ предназначены для непрерывного измерения уровня жидкостей и границ раздела сред в резервуарах и преобразования измеренного значения уровня в унифицированный аналоговый и/или цифровой выходной сигнал. Преобразователь конструктивно состоит из буйка цилиндрической формы, системы подвеса, узла присоединения, чувствительного элемента и электронного блока, объединенных в одном корпусе.

Принцип работы основан на измерении веса неподвижного буйка, погруженного в жидкость. При повышении уровня измеряемой среды на боек действует выталкивающая сила, соответственно вес буйка уменьшается пропорционально объему погруженной части, что приводит к повороту торсионной трубки, передающей вес буйка через систему рычагов на измерительную мембрану тензодатчика. Электрический сигнал тензодатчика поступает на обработку в процессор электронного блока, где преобразуется в цифровой выходной сигнал. При этом значение уровня преобразуется в том числе в токовый сигнал. Уровнемер ТЭК-ЭМБУ используется в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами, в том числе во взрывоопасных условиях производства. Благодаря принципу измерения ТЭК-ЭМБУ широко применяется в условиях измерения эмульсионных и пенящихся сред на предприятиях химической, нефтехимической и нефтяной промышленности. Преобразователи предназначены для измерения уровня жидких сред или уровня раздела двух жидких сред в открытых или закрытых резервуарах, а также в резервуарах, находящихся под давлением, с возможностью преобразования измеренного значения уровня в аналоговый и/или цифровой выходной сигнал.

1.2 Технические характеристики

Характеристика	Значение или исполнение
Назначение и исполнения	
Измеряемая величина	Исполнение В - верхний уровень (граница жидкость - газ);
	Исполнение Р - уровень раздела сред (граница жидкость 1 - жидкость 2).
Диапазон измерения уровня	300 - 10000 мм
	Нижний неизмеряемый уровень - не более 100 мм.
Диапазон измерения уровня раздела сред	300-2500 мм
Длина системы подвеса	Не менее 50 мм.
Плотность измеряемой среды	350-2000 кг/м³.
	Градуйровочное значение и диапазон изменения задаются при заказе; для буйка допускается изменение плотности от -40 до +60 % номинального значения.
Условия измерения раздела сред	Разность плотностей сред - не менее 50 кг/м³;
	Градуйровочная плотность более плотной нижней среды - не менее 600 кг/м³.
Температурные исполнения	Н196: -196...+160 °С;
	В160: -60...+160 °С;
	В250: -60...+250 °С;
	В450: -60...+450 °С.
Максимальное рабочее давление среды	До 40 МПа. Ряд значений при заказе: 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0; 16,0; 20,0; 40,0 МПа.
Графический индикатор	Отображает измеренный уровень, диапазон измерений и диапазон выходного аналогового сигнала. По заказу возможно исполнение без индикатора.
Метрологические характеристики	
Основная приведённая погрешность	±0,2; ±0,5; ±1,0; ±1,5 % диапазона измерений
Вариация измерений	Не превышает пределов допускаемой основной приведённой погрешности
Нормальные условия нормирования	Температура окружающей среды 15-35 °С; относительная влажность 45-75 %; атмосферное давление 84-107 кПа.
Дополнительная погрешность от температуры среды	Не более ±0,03 % диапазона измерений на каждые 10 °С отклонения от градуировочного значения.
Дополнительная погрешность от давления среды	Не более ±0,02 % диапазона измерений на каждый 1 МПа отклонения от градуировочного значения.
Погрешность воспроизведения аналогового сигнала	Не более ±0,15 % диапазона воспроизведения аналогового сигнала.
Выходные сигналы и диагностика	
Исполнение АЦ	Аналоговый сигнал 4-20 мА и дополнительный цифровой сигнал: HART по Bell 202 либо Profibus PA / Foundation Fieldbus по IEC 61158-2, или аналогичный.
Исполнение ЦС	RS-485, Modbus RTU; два дополнительных релейных выхода с одной группой переключающих контактов.
Самодиагностика	Непрерывная. Неисправность передаётся по цифровому интерфейсу, отображается на индикаторе и кодируется аналоговым сигналом 21-22 мА либо менее 3,8 мА.
Максимальная длина линии связи	Не более 1000 м.
Электропитание	
Напряжение питания	24 В постоянного тока, допустимый диапазон 14-32 В; на клеммах - не менее 14 В.

Характеристика	Значение или исполнение
Потребляемая мощность	Не более 0,7 Вт для исполнения АЦ; не более 1,5 Вт для исполнения ЦС.
Защита, электрическая безопасность и взрывозащита	
Маркировка взрывозащиты	0Ex ia IIC T6...T1 Ga X либо IEx db IIC T6...T1 Gb X - в зависимости от исполнения.
Степень защиты корпуса	IP66/67 по ГОСТ 14254.
Надёжность и ресурс	
Ремонтопригодность	Составные части являются восстанавливаемыми и ремонтируемыми в условиях предприятия-изготовителя; однотипные части взаимозаменяемы.
Средняя наработка до отказа	150 000 ч с учётом регламентированного технического обслуживания.
Вероятность безотказной работы	$P(8000) = 0,98$ при непрерывной работе периодами по 8000 ч без непосредственного технического обслуживания.
Назначенный срок службы	Не менее 20 лет без ограничения ресурса в течение этого срока.
Срок сохраняемости	12 лет до ввода в эксплуатацию; для экспортных исполнений - 24 месяца.

Примечание. Таблица является сводным представлением характеристик. При выборе конкретного исполнения следует руководствоваться обозначением заказа и полным текстом технической документации.

Приборы в зависимости от исполнения относятся к классам безопасности 2, 3, 4 по НП-001-15, НП-016-05, НП-022-17 или НП-109-20.

Таблица 1

Вид приемки (применяемость)	Обозначение НП для данного вида приемки	Возможные классы безопасности/классификационные обозначения
О	—	—
М	НП-022	2, 3, 4/ Н, У, Т, О, З, Л
	НП-109	2, 3, 4/ Н, У, О, З, Л
А	НП-001	2, 3, 4/ Н, У, Т, О, З, Л
	НП-016	2, 3, 4/ Н, У, О, З, Л

1.2.1 Преобразователи соответствуют требованиям технических условий ГРВТ.407612.002 ТУ, комплекта документации ГРВТ.407612.002, Правил классификации и постройки морских судов Российского морского регистра судоходства (далее РМРС), Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов РМРС, Правил классификации и постройки атомных судов и судов атомно-технологического обслуживания РМРС, НП-001-15, НП-022-17, НП-029-17, НП-031-01, НП-054-04, СП 2.6.1.2612-10 (ОСПОРБ 99/2010), СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009), СП 2.6.1.2040-05 (СП РБ АС-2005), СТО 1.1.1.07.001.0675, СТО 1.1.1.01.001.0891, ГОСТ 29075, ГОСТ Р 52931, ГОСТ 28725.

Преобразователи взрывозащищенного исполнения дополнительно соответствуют требованиям ГОСТ 31610.0, ГОСТ 31610.11, ГОСТ IEC 60079-1.

1.2.2 Преобразователи изготовлены и испытаны по технической документации, одобренной РМРС, и отвечают требованиям, предъявляемым к устройствам сигнализации, измерения и контроля неэлектрических величин для судов с неограниченным районом плавания.

1.2.3 Преобразователи во взрывозащищенном исполнении имеют маркировку по взрывозащите:

- «0Ex ia IIC T6...T1 Ga X» и соответствуют требованиям ГОСТ 31610.0, ГОСТ 31610.11;

- «1Ex db IIC T6...T1 Gb X» и соответствуют требованиям ГОСТ 31610.0, ГОСТ IEC 60079-1 и предназначены для установки во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок согласно главе 7.3 Правил устройства электроустановок (ПУЭ) и другим директивным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

1.2.4 Преобразователи в зависимости от исполнения соответствуют климатическим исполнениям ОМ, УХЛ, О, Т, но для работы при температуре окружающей среды от минус 60 °С до плюс 80 °С. Категория размещения – 1, 2, 3 или 4 по ГОСТ 15150 в зависимости от исполнения, тип атмосферы III.

1.2.5 Преобразователи имеют исполнения, предназначенные для применения на объектах атомной энергетики (далее ОАЭ), в том числе на атомных электростанциях (далее АЭС).

1.2.6 Группы условий эксплуатации преобразователей, предназначенных для поставки на ОАЭ, – 1.2, 1.3 по СТО 1.1.1.07.001.0675.

1.2.7 Преобразователи в зависимости от исполнения относятся к классам безопасности 2Н, 2НУ, 3Н, 3НУ, 4, 4Н по НП-022-17.

1.2.8 Преобразователи в зависимости от исполнения относятся к классам безопасности 2Н, 2НУ, 3Н, 3НУ, 4, 4Н по НП-001-15.

1.2.9 Преобразователи, предназначенные для работы на ОАЭ, относятся к I категории сейсмостойкости по НП-031-01.

1.2.10 Преобразователи имеют исполнения, отличающиеся следующими параметрами:

- диапазоном измерений уровня (уровня раздела сред);
- максимальным рабочим давлением измеряемой среды;
- диапазоном рабочей температуры измеряемой среды;
- градуировочной плотностью измеряемой среды;
- видом выходного сигнала;
- пределами допускаемой основной приведенной погрешности измерений уровня (уровня раздела сред);
- способом присоединения или установки;
- видом приемки;
- классом безопасности.

1.2.11 В зависимости от измеряемой величины преобразователи имеют исполнения:

- В – для измерения верхнего уровня (границы раздела жидкость – газ);
- Р – для измерения уровня раздела сред (границы раздела жидкость 1 – жидкость 2).

1.2.12 Диапазон измерений уровня составляет не более 10000 мм, диапазон измерений уровня раздела сред составляет не более 2500 мм. Минимальный диапазон измерений составляет 300 мм. Нижний неизмеряемый уровень составляет не более 100 мм. Диапазон измерений оговаривается при заказе.

1.2.13 Длина системы подвеса составляет не менее 50 мм.

1.2.14 Диапазон плотности измеряемой среды от 350 до 2000 кг/м³. Градуировочное значение плотности измеряемой среды и диапазон ее изменения оговаривается при заказе.

Примечание: Диапазон изменения плотности для буйка преобразователя составляет -40...+60 % от номинального значения плотности.

1.2.15 Преобразователи обеспечивают измерение уровня раздела двух сред при разности их плотностей не менее 50 кг/м³. Градуировочное значение плотности более плотной (нижней) среды не менее 600 кг/м³.

1.2.16 В зависимости от температуры измеряемой среды преобразователи имеют исполнения:

- **H196** – для работы при температуре от минус 196 °С до плюс 160 °С;
- **B160** – для работы при температуре от минус 60 °С до плюс 160 °С;

► **B250** – для работы при температуре от минус 60 °С до плюс 250 °С;

► **B450** – для работы при температуре от минус 60 °С до плюс 450 °С.

1.2.17 Максимальное рабочее давление измеряемой среды составляет не более 40 МПа и устанавливается при заказе из ряда: 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0; 16,0; 20,0; 40,0 МПа.

1.2.18 Блоки электронные имеют исполнение с графическим индикатором, обеспечивающим отображение измеренного значения уровня (уровня раздела сред), диапазона измерений, диапазона воспроизведения выходного аналогового сигнала.

Примечание – По заказу возможно изготовление без графического индикатора.

1.2.19 В зависимости от пределов допускаемой основной приведенной погрешности измерений уровня (уровня раздела сред) преобразователи имеют исполнения:

- 0,2 – не более $\pm 0,2$ % диапазона измерений;
- 0,5 – не более $\pm 0,5$ % диапазона измерений;
- 1,0 – не более $\pm 1,0$ % диапазона измерений;
- 1,5 – не более $\pm 1,5$ % диапазона измерений.

Вариация измерений уровня (уровня раздела сред) не должна превышать пределов допускаемой основной приведенной погрешности измерений уровня (уровня раздела сред).

Метрологические характеристики преобразователей нормированы при соответствии значения градуировочной плотности измеряемой среды значению фактической плотности измеряемой среды.

Примечание – Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений уровня (уровня раздела сред) определены для нормальных климатических условий:

- температура окружающей среды от 15 °С до 35 °С;
- относительная влажность от 45 % до 75 %;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа (от 630 до 795 мм рт. ст.).

1.2.20 Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений уровня (уровня раздела сред), вызванные отклонением температуры

измеряемой среды от градуировочного значения, составляют не более $\pm 0,03$ % диапазона измерений на каждые 10°C .

1.2.21 Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений уровня (уровня раздела сред), вызванные отклонением давления измеряемой среды от градуировочного значения составляют не более $\pm 0,02$ % диапазона измерений на каждый 1 МПа.

1.2.22 Пределы допускаемой погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала, приведенной к диапазону его воспроизведения, составляют не более $\pm 0,15$ %.

1.2.23 В зависимости от вида выходного сигнала преобразователи имеют исполнения:

► **АЦ** – с выходным сигналом в виде силы постоянного электрического тока, линейно изменяющейся в диапазоне от 4 до 20 мА пропорционально уровню измеряемой среды, и дополнительным цифровым выходным сигналом по интерфейсу Bell 202 с протоколом информационного обмена HART или цифровым выходным сигналом по стандарту IEC 61158-2 с протоколом информационного обмена Profibus PA Fieldbus Foundation, или аналогичным;

► **ЦС** – с цифровым выходным сигналом по интерфейсу RS-485 с протоколом информационного обмена ModBus RTU (в соответствии с приложением Б) и двумя дополнительными релейными выходными сигналами с одной группой переключающих контактов.

1.2.24 Преобразователи обеспечивают непрерывную самодиагностику технического состояния с выдачей сигнала о неисправности в байте состояния по цифровому интерфейсу в соответствии с протоколом информационного обмена, отображением сообщения о неисправности на индикаторе и формированием выходного аналогового сигнала от 21 до 22 мА или менее 3,8 мА.

1.2.25 Длина кабельной линии связи между преобразователем и системой верхнего уровня должна быть не более 1000 м.

1.2.26 Электропитание преобразователей осуществляется напряжением постоянного электрического тока номинального значения 24 В в диапазоне допустимых значений от 14 до 32 В.



ВНИМАНИЕ!

Напряжение на клеммах должно быть не менее 14 В.

1.2.27 Электрическая мощность, потребляемая преобразователями, не превышает 0,7 Вт для преобразователей исполнений АЦ и 1,5 Вт для преобразователей исполнения ЦС.

1.2.28 Уровни помехоэмиссии не превышают нормы, установленные ГОСТ 32137.

1.2.29 Время готовности к работе преобразователей с момента включения не превышает 1 с.

1.2.30 Время реакции преобразователя не более 3 с. Время обновления не более 500 мс.

1.2.31 Преобразователи не виброактивны.

1.2.32 Преобразователи не имеют резонанса конструктивных элементов при воздействии синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 2 до 100 Гц (группа механического исполнения М7 по ГОСТ 30631).

1.2.33 Преобразователи обладают устойчивостью к воздействию синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 2 до 120 Гц: при частотах от 2 до 25 Гц – с амплитудой перемещения 1 мм и при частотах от 25 до 120 Гц – с амплитудой ускорения $9,8 \text{ м/с}^2$ (1 g) (группа 2 по СТО 1.1.1.07.001.0675).

1.2.34 Преобразователи обладают прочностью при воздействии синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 2 до 500 Гц с амплитудой ускорения 49 м/с^2 (5 g).

1.2.35 Преобразователи обладают прочностью при воздействии синусоидальной вибрации на одной из частот, лежащей в диапазоне от 20 до 30 Гц с амплитудой ускорения $19,6 \text{ м/с}^2$ (2 g).

1.2.36 Преобразователи обладают прочностью при воздействии пробного давления ($P_{пр}$), равного 1,5 максимального рабочего давления.

1.2.37 Преобразователи обладают прочностью и устойчивостью при воздействии многократных ударов с ускорением 49 м/с^2 (5 g) и частотой в пределах от 40 до 80 ударов в минуту.

1.2.38 Преобразователи обладают устойчивостью к воздействию механических ударов одиночного действия ускорением не более 490 м/с^2 (50 g).

1.2.39 Преобразователи сохраняют работоспособность во время бортовой качки с амплитудой 45° и периодом 10 с, длительного крена до 30° и дифферента до $22,5^\circ$.

1.2.40 Преобразователи обладают стойкостью к воздействию климатических факторов окружающей среды, указанных в таблице 2.

Таблица 2

Наименование климатического фактора	Числовое значение	
	Для невзрывозащищенного исполнения	Для взрывозащищенного исполнения
Повышенная температура, °C рабочая (предельная)	+ 80 (+ 85)	+75 (+75)
Пониженная температура, °C рабочая (предельная)	- 60 (- 60)	
Повышенная влажность, % при температуре (55 ± 2) °C	100	
Изменение температуры окружающей среды, °C	от - 60 до + 85	От -60 до +75
Давление окружающей среды, МПа	от 0,081 до 1,0	

1.2.41 Преобразователи обладают стойкостью к воздействию плесневых грибов в соответствии с требованиями ГОСТ 9.048.

1.2.42 Преобразователи обладают устойчивостью к воздействию внешнего постоянного и переменного магнитного поля напряженностью до 400 А/м по ГОСТ IEC 61000-4-8.

1.2.43 Преобразователи сохраняют работоспособность после воздействия знакопеременного убывающего магнитного поля со следующими параметрами импульса: форма импульса трапецеидальная; амплитуда первого импульса 15 мТл; время действия импульса от 5 до 9 с; крутизна нарастания и спадания первого импульса 10 мТл/с; количество импульсов до 205.

1.2.44 Преобразователи обладают устойчивостью при воздействии помех нормального вида напряжением до 10 мВ в диапазоне частот от 50 до 4000 Гц и общего вида до 10 В в диапазоне от 50 до 4000 Гц.

1.2.45 Преобразователи соответствуют требованиям по электромагнитной совместимости (далее ЭМС) и допустимому уровню напряжения радиопомех, изложенным в Правилах технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов РМРС. Преобразователи соот-

ветствуют требованиям по ЭМС в условиях жесткой электромагнитной обстановки по группе исполнения IV и качеству функционирования А по ГОСТ 32137.

1.2.46 Преобразователи обладают устойчивостью к воздействию соляного (морского) тумана.

1.2.47 Преобразователи обладают устойчивостью к воздействию инея и росы.

1.2.48 Преобразователи в упаковке для транспортирования выдерживают:

- воздействие температур от минус 60 °С до плюс 70 °С;
- воздействие относительной влажности (95 ± 3) % при 35 °С;
- механические удары многократного действия с пиковым ударным ускорением до 147 м/с^2 (15 g) при длительности действия ударного ускорения от 5 до 10 мс;

- воздействие вибрации в диапазоне частот от 10 до 500 Гц: при частотах от 10 до 60 Гц – с амплитудой перемещения 0,35 мм и при частотах от 60 до 500 Гц – с амплитудой ускорения 49 м/с^2 (5 g).

1.2.49 Преобразователи обладают стойкостью к воздействию поглощенной дозы излучения мощностью до $5 \cdot 10^{-4}$ рад/ч ($5 \cdot 10^{-6}$ Гр/ч) и допустимой дозе $0,6 \cdot 10^3$ рад (6 Гр).

1.2.50 Преобразователи обладают стойкостью при воздействии и после воздействия агрессивных сред: сернистого газа концентрацией не более $2,0 \text{ мг/м}^3$; аммиака концентрацией не более $1,0 \text{ мг/м}^3$; двуокиси азота концентрацией не более $2,0 \text{ мг/м}^3$; сероводорода концентрацией не более $1,0 \text{ мг/м}^3$.

1.2.51 Преобразователи, предназначенные для работы на ОАЭ, соответствуют I категории сейсмостойкости по НП-031-01. Преобразователи являются сейсмостойкими при воздействии землетрясений интенсивностью МРЗ, при сейсмических нагрузках 9 баллов по MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 25 м по ГОСТ 30546.1.

1.2.52 Преобразователи, предназначенные для работы на ОАЭ, обладают устойчивостью к воздействию от удара падающего самолета, что эквивалентно

воздействию механических ударов одиночного действия с ускорением не более 75 м/с^2 (7,5 g) и длительностью действия не менее 0,2 с.

1.2.53 Преобразователи, предназначенные для работы на ОАЭ, обладают устойчивостью к воздействию воздушной ударной волны, что эквивалентно воздействию механических ударов одиночного действия с ускорением не более 36 м/с^2 (3,6 g) и длительностью действия не менее 0,5 с.

1.2.54 Преобразователи отвечают требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.2.007.0 и ГОСТ 12.1.004 с вероятностью 10^{-6} в год. При любых возникающих в них неисправностях они не являются источником возгорания.

1.2.55 Степень защиты корпуса преобразователей IP66/67 по ГОСТ 14254.

1.2.56 Наружные поверхности преобразователей допускают дезактивацию, дегазацию и дезинфекцию специальными растворами, в том числе растворами, приведенными в разделе 6 СТО 1.1.1.07.001.0675.

1.2.57 Однотипные составные части преобразователей являются взаимозаменяемыми.

1.2.58 Цепи электропитания и выходных сигналов гальванически изолированы от корпуса и друг от друга.

1.2.59 Электрическая изоляция цепей электропитания и выходных сигналов выдерживает без пробоя в течение 1 мин действие испытательного напряжения синусоидальной формы частотой 50 Гц в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Проверяемая цепь	Амплитудное значение испытательного напряжения, В	
	в нормальных климатических условиях	в условиях повышенной влажности
Электропитание	550	300
Контактные группы реле	500	300

1.2.60 Электрическое сопротивление изоляции цепей электропитания и выходных сигналов относительно корпуса и между собой составляет не менее

100 МОм в нормальных климатических условиях и не менее 10 МОм при отклонении от нормальных климатических условий (после испытаний на воздействие повышенной влажности, повышенной и пониженной температуры).

1.2.61 Преобразователи обладают стойкостью при отклонениях напряжения электропитания от номинальных значений согласно таблице 4.

Таблица 4

Характеристика	Предельные отклонения напряжения постоянного тока, В
Длительные отклонения	от 14 до 32
Кратковременные отклонения длительностью не более 1,5 с	до 36

1.2.62 Преобразователи сохраняют работоспособность после трёхкратного прерывания электропитания на 30 с в течение 5 мин.

1.2.63 Преобразователи обладают стойкостью к снижению питающего напряжения на 30 % от номинальных значений при общем времени переходного процесса до установившихся номинальных значений не более 15 с.

1.2.64 Преобразователи сохраняют работоспособность после кратковременных снижений напряжения электропитания включительно до 0 В (короткое замыкание) на время не более 1 с с последующим восстановлением напряжения электропитания за время не более 1,5 с.

1.2.65 Преобразователи обладают стойкостью к воздействию напряжения электропитания обратной полярности.

1.2.66 Преобразователи во взрывозащищенном исполнении с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» соответствуют уровню искробезопасной электрической цепи «ia» со следующими параметрами:

Входные искробезопасные параметры преобразователя:
 входное напряжение U_i , В 33, не более
 входной ток I_i , мА 101, не более
 входная мощность P_i , Вт 2,1, не более
 внутренняя емкость C_i , пФ 30 000, не более
 внутренняя индуктивность L_i , мкГн 1,0, не более

1.2.67 Составные части преобразователей по возможности ремонта и восстановления являются восстанавливаемыми, ремонтируемыми (в условиях предприятия-изготовителя).

1.2.68 Средняя наработка до отказа преобразователей с учетом технического обслуживания, регламентируемого настоящим РЭ, 150 000 ч.

1.2.69 Преобразователи обеспечивают безотказную непрерывную работу периодами по 8000 ч с вероятностью $P(8000) = 0,98$ без непосредственного технического обслуживания. Закон распределения вероятности безотказной работы – экспоненциальный. Критерием отказа является несоответствие выходных сигналов состоянию чувствительного элемента.

1.2.70 Назначенный срок службы преобразователей составляет не менее 20 лет без ограничения ресурса в течение этого срока. В течение назначенного срока службы преобразователи обеспечивают непрерывную работу без обслуживания и контроля периодами по 8000 ч.

1.2.71 Срок сохраняемости составляет 12 лет на период с даты выпуска предприятием-изготовителем до ввода в эксплуатацию; 24 месяца – для экспортных исполнений преобразователей.

1.3 Состав изделия

1.3.1 Комплект поставки преобразователей соответствует таблице 5.

Таблица 5

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Преобразователь уровня буйковый ТЭК-ЭМБУ	В соответствии с заказом	1 шт.	Исполнение оговаривается при заказе
Паспорт	ГРВТ.407612.002 ПС	1 экз.	
Руководство по эксплуатации	ГРВТ.407612.002 РЭ	1 экз. на 50 изделий	На партию преобразователей меньшего количества прилагается один экземпляр руководства по эксплуатации
Комплект разрешительной документации	-	-	Поставляется по заказу в соответствии с условиями договора поставки и ГОСТ Р 50.06.01

1.3.2 При оформлении заказа нескольких преобразователей на один объект допускается объединять однотипные составные части или указывать их в спецификации заказа отдельно.

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Принцип работы

Принцип действия буйкового уровнемера основывается на возможности непрерывного замера веса буйка (принцип «весов»). Вес буйка – сила, которая вследствие гравитации действует на его подвес. При погружении в жидкость на буйек начинает действовать выталкивающая сила, которая увеличивается по мере погружения буйка пропорционально длине погруженной в среду части буйка.

Чувствительный элемент преобразователя представляет собой механическую систему, состоящую из буйка, подвеса, торсионной трубки, передающей вес буйка через систему рычагов на измерительную мембрану тензодатчика. Электрический сигнал тензодатчика преобразуется в цифровой сигнал.

При изменении веса буйка происходит поворот торсионной трубки. Это поворотное движение передается через датчик магнитного поля на контроллер, преобразующий угол поворота в электрический сигнал, который поступает на обработку в процессор электронного блока. Процессор обрабатывает поступающие сигналы и преобразует их в выходные сигналы, которые передаются в АСУ по HART-протоколу. При этом значение уровня преобразуется в выходной токовый сигнал (4-20 мА).

При изменении измеряемого уровня происходит изменение гидростатической выталкивающей силы, действующей на буйек. Это изменение через рычаг передается на торсионную трубку. Поворотное движение торсионной трубки передается через датчик магнитного поля или через тензорезистивный чувствительный механизм на цифровой контроллер, который преобразует угол поворота в электрический сигнал.

Чувствительный элемент преобразователя имеет дополнительный канал измерения температуры, предназначенный для компенсации температурной нестабильности торсиона и тензодатчика.

Формирование выходного сигнала преобразователя производится с учетом температурной компенсации.

1.4.2 Блок-схема преобразователя приведена на рисунке 1.

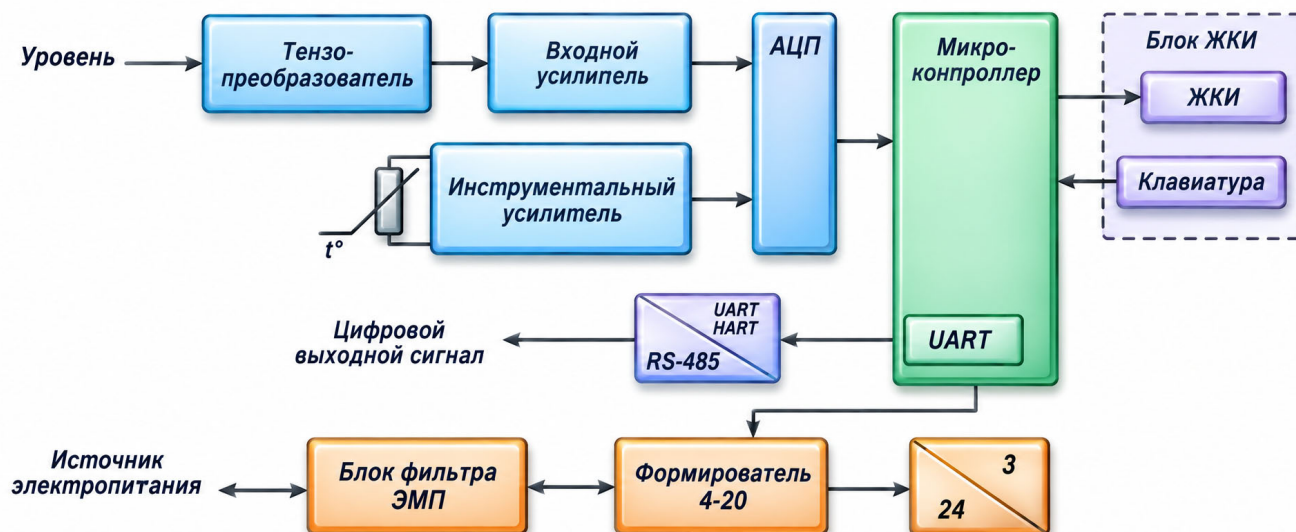


Рисунок 1 – Блок-схема преобразователя

Электрический сигнал от тензопреобразователя поступает на вход усилителя сигнала тензопреобразователя, выход которого подключен ко входу 1 аналого-цифрового преобразователя (далее АЦП). АЦП преобразует выходное напряжение тензопреобразователя (ТП) в цифровой код.

Для компенсации дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры тензопреобразователя, на плате измерений установлен термометр сопротивления, подключенный к инструментальному усилителю. Выход усилителя канала измерений температуры подключен ко входу 2 АЦП, преобразующего сопротивление термометра в цифровой код.

Микроконтроллер осуществляет управление работой всех узлов преобразователя с учетом индивидуальных характеристик измерительного блока и корректирует температурную погрешность преобразователя с использованием калибровочной поверхности, хранящейся в постоянном запоминающем устройстве микроконтроллера. Значение уровня, вычисленное микроконтроллером по измеренным значениям температуры и давления, преобразуется в аналоговый выходной сигнал или передается в цифровом виде в систему верхнего уровня.

Время готовности преобразователя к работе составляет не более 1 с после включения электропитания.

Преобразователь состоит из блока электронного и блока индикации, соединенных между собой разъемом. Блок электронный смонтирован на одной плате, установленной в корпус блока электронного. Сверху на блок электронный устанавливается блок индикации. Корпус закрыт крышкой, уплотненной резиновым кольцом. Преобразователь имеет сальниковый кабельный ввод (один или два) и клеммную колодку для присоединения внешних подключений.

При выпуске из производства преобразователь настраивается в соответствии с заказом на заданный диапазон измерений с учетом номинальных размеров буйка, наибольшей длины подвески буйка и указанных в заказе значений плотности измеряемой среды или разности плотностей двух жидких сред.

Для присоединения к процессу уровнемеры выпускаются в двух исполнениях корпуса: межфланцевом и фланцевом. Уровнемер с межфланцевым корпусом через прокладку присоединяется к фланцу аппарата или буйковой камере по месту эксплуатации, также через прокладку на межфланцевый корпус уровнемера устанавливается фланцевая крышка, затем с помощью шпилек и гаек производится монтаж. Уровнемер с фланцевым корпусом через прокладку присоединяется к фланцу аппарата или буйковой камере, затем с помощью шпилек и гаек производится монтаж.

1.5 Конструкция

1.5.1 Конструкция преобразователя изображена на рисунке 2.



- 1 Корпус блока электроники
- 2 Отсек подключения кабеля питания и связи
- 3 Первичный сенсор (тензорезистивный датчик силы)
- 4 Рычаг передачи силы (момента) с торсиона
- 5 Торсионная трубка
- 6 Рычаг подвеса буйка
- 7 Межфланцевый корпус
- 8 Буйёк
- 9 Втулка разделителя корпусов (радиатора охлаждения)

Рисунок 2 – Устройство преобразователя

Корпус и крышки преобразователя изготовлены из алюминиевого сплава или нержавеющей стали, в корпусе размещён электронный блок.

Под крышкой клеммного отсека размещены клеммы для подключения кабелей. Кабель вводится в корпус через кабельный ввод с сальниковым уплотнением.

Для герметичного крепления преобразователя на объекте используются уплотняемые прокладкой штуцерные или фланцевые соединения.

В случае, если преобразователь не может быть установлен сверху на емкость, то возможно установить с помощью специальной выносной камеры на боковой стенке емкости.

1.5.2 Устройство преобразователя приведено на рисунках 3, 4 и 5. Габаритные и установочные размеры преобразователей приведены в приложении В.

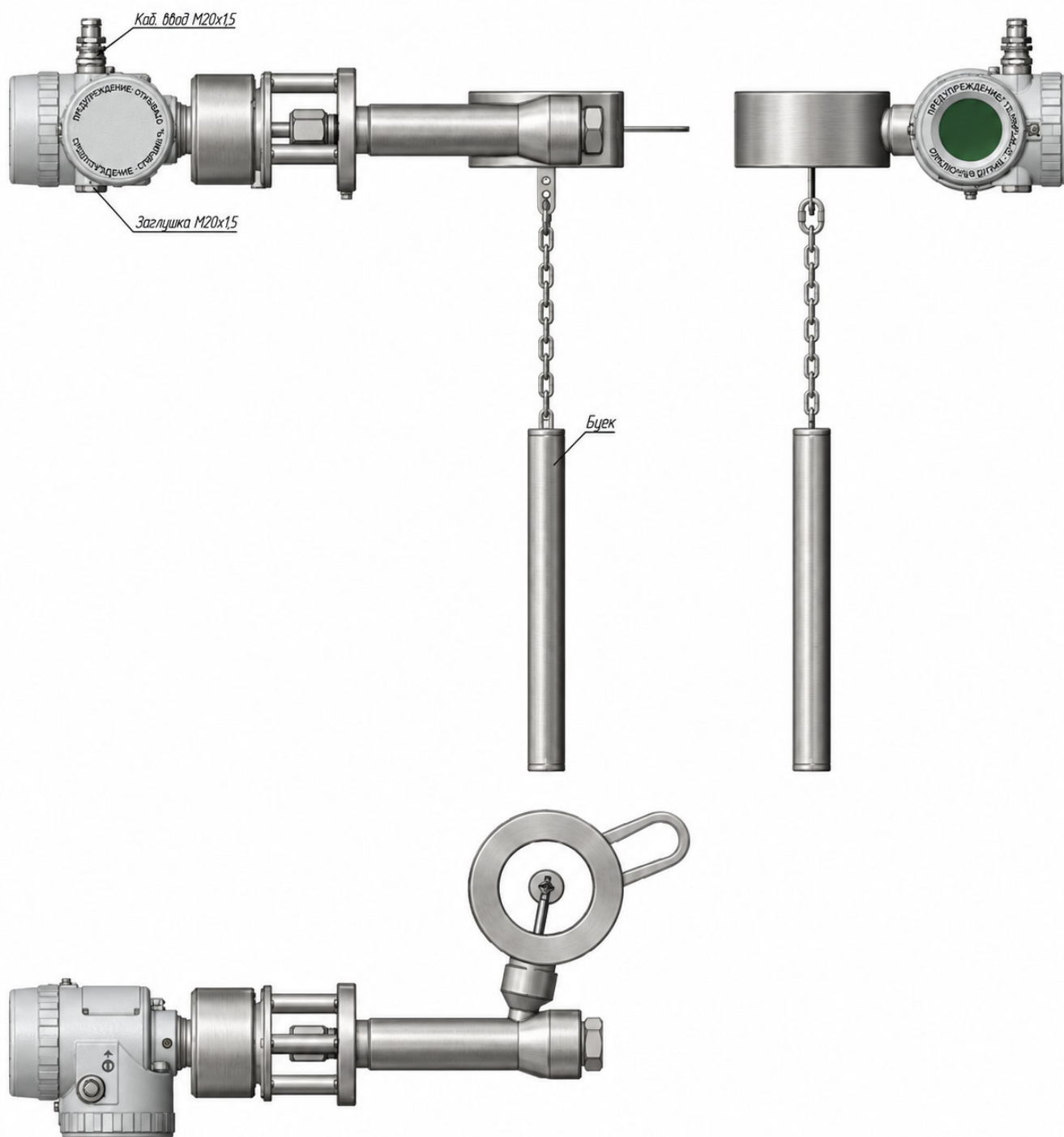


Рисунок 3 – Преобразователь со способом присоединения через проставочное кольцо

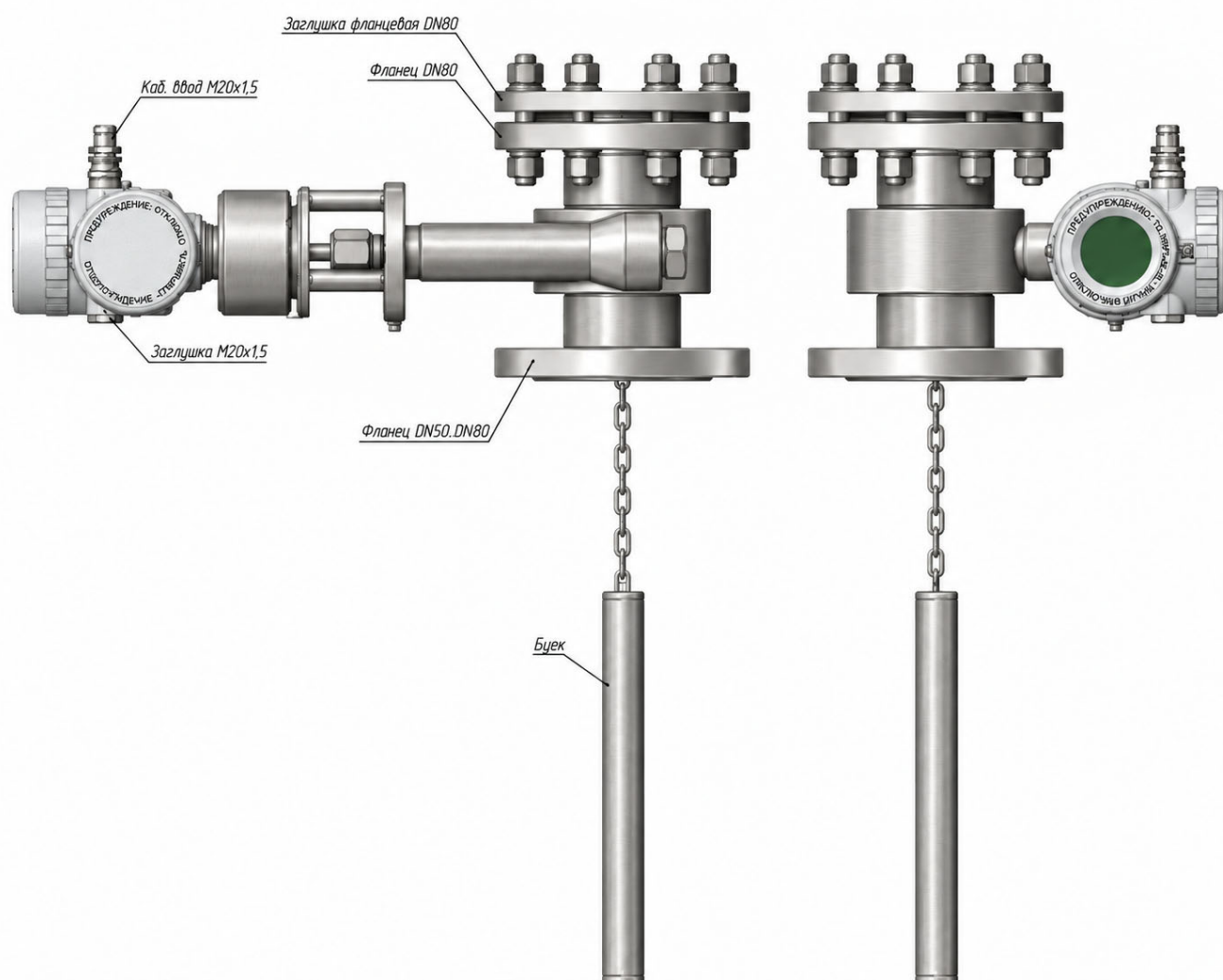


Рисунок 4 – Преобразователь со способом присоединения через фланец

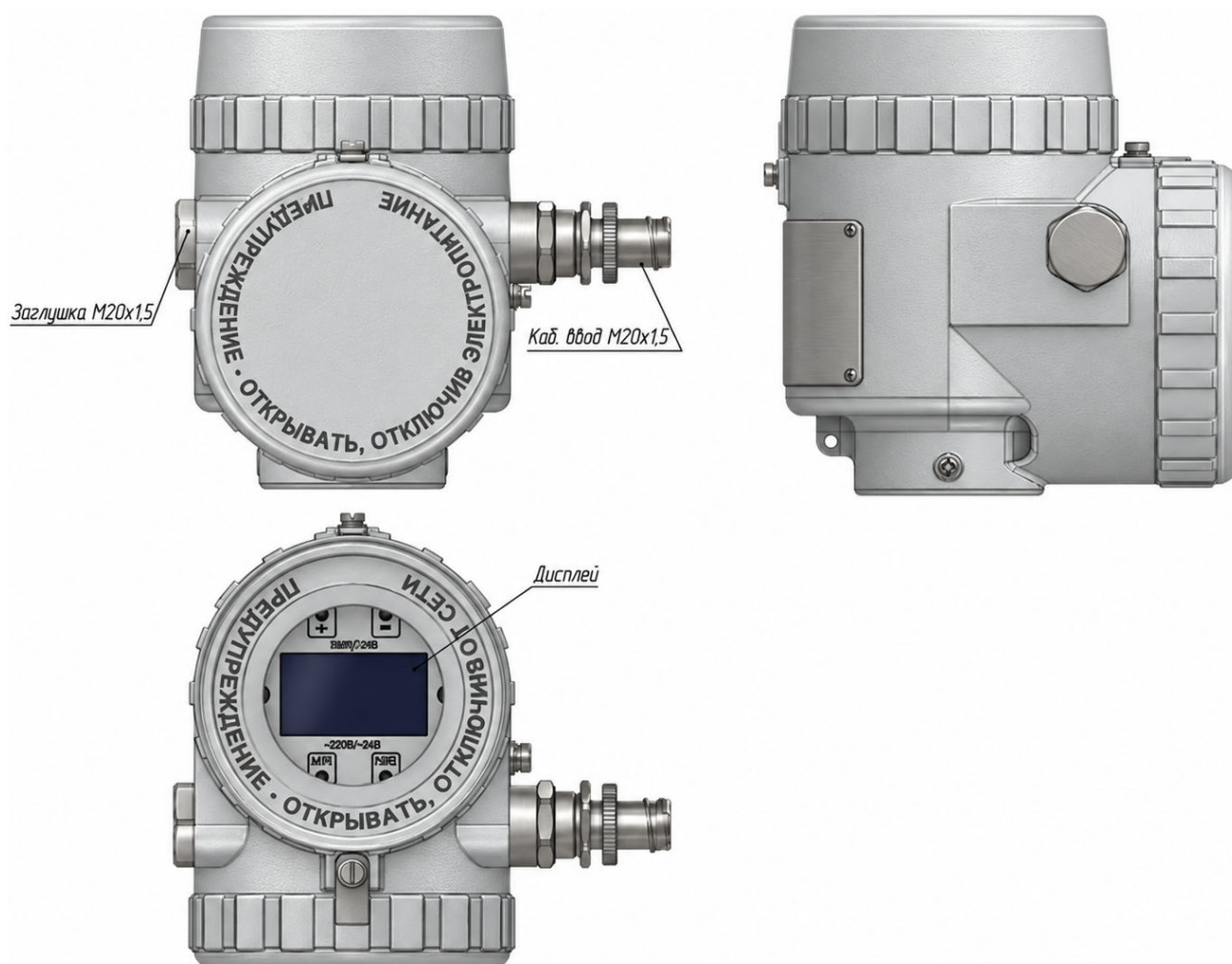


Рисунок 5 – Блок электронный

1.5.1 По способу монтажа преобразователь может располагаться слева (рисунок 6а) и справа (рисунок 6б).



а)

б)

Рисунок 6 – Расположение преобразователя слева и справа

1.5.2 Длина буйка соответствует максимальному измеряемому уровню и оговаривается при заказе.

1.5.3 Буйк рассчитан на рабочее давление с учетом максимальной температуры измеряемой среды.

1.5.4 Конструкция корпусов преобразователей взрывозащищенного и невзрывозащищенного исполнений унифицированная.

1.5.5 Уплотнение между корпусом и крышкой блока электронного обеспечивается резиновым кольцом.

1.5.6 Уплотнение кабелей производится резиновым сальниковым уплотнением.

1.5.7 Уплотнение торсиона преобразователя соответствует IP66/67 по ГОСТ 14254.

1.5.8 У преобразователей предусмотрены внутренний и внешний заземляющие зажимы и знак заземления, выполненные по ГОСТ 21130.

1.5.9 Обеспечение взрывозащиты

1.5.9.1 Обеспечение взрывозащиты преобразователей с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка»

Обеспечение взрывозащищенности достигается размещением электрических частей преобразователя во взрывонепроницаемой оболочке по ГОСТ IEC 60079-1, выдерживающей давление взрыва и исключающей передачу взрыва в окружающую взрывоопасную среду. Взрывонепроницаемая оболочка взрывозащищенного исполнения и крепёжные элементы оболочки выдерживают испытания давлением внутри оболочки, равным полутора кратному давлению взрыва. Прочность оболочки подтверждается испытаниями по ГОСТ IEC 60079-1.

Резьбовые соединения взрывонепроницаемой оболочки законтрены и содержат 10 полных непрерывных неповреждённых витков в зацеплении.

Максимальная рабочая температура измеряемой среды составляет 450 °С. Корпус блока электронного отделен от буйка, расположенного в измеряемой среде, теплоизолирующей проставкой. Максимальная температура наружной поверхности корпуса блока электронного соответствует температурному классу Т6 по ГОСТ 31610.0. Таким образом, температура наружных и

внутренних поверхностей корпуса блока электронного не превышает рабочей температуры применяемых изоляционных материалов.

Размещение кабеля связи на объекте эксплуатации должно исключать его контакт с поверхностью, температура которой превышает установленную температурным классом Т6 по ГОСТ 31610.0.

Кабельный ввод корпуса блока электронного с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» специальный для бронированного кабеля в шлангах, трубопроводах, металлорукавах или для небронированного кабеля в шлангах, трубопроводах, металлорукавах, что определяется потребителем при заказе. Преобразователь комплектуется кабельными вводами и заглушками, которые обеспечивают необходимые вид и уровень взрывозащиты, соответствующую степень защиты оболочки по ГОСТ 14254, и действующий сертификат соответствия требованиям ТР ТС 012/2011.

На крышках блока электронного преобразователя во взрывозащищенном исполнении с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» выполнена надпись ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ – ОТКРЫВАТЬ, ОТКЛЮЧИВ ОТ СЕТИ.

1.5.9.2 Обеспечение взрывозащиты преобразователя с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь»

Обеспечение взрывозащищённости достигается за счет исполнения электрических цепей в соответствии с требованиями ГОСТ 31610.11, что исключает возникновение источника возгорания и не допускает воспламенения атмосферы перегретыми частями преобразователя.

Блок электронный включает в себя печатные платы из стеклотекстолита. Искробезопасные и неискробезопасные цепи на печатных платах разделены. Неискробезопасные участки цепи защищены заливкой компаундом. Искробезопасность цепей преобразователя обеспечивается гальванической изоляцией цепей электропитания и выходных сигналов, ограничением величины выходного тока и заливкой компаундом плат блока электронного.

Преобразователь должен применяться со связанным электрооборудованием, имеющим искробезопасные электрические цепи по ГОСТ 31610.11. Индуктивность и емкость искробезопасных цепей преобразователя, с учетом па-

раметров присоединительных кабелей, не превышают максимальных значений, указанных на барьере искрозащиты связанного электрооборудования.

Преобразователь комплектуется кабельными вводами и заглушками, которые обеспечивают необходимый вид и уровень взрывозащиты, соответствующую степень защиты оболочки по ГОСТ 14254 и действующий сертификат соответствия требованиям ТР ТС 012/2011.

1.5.9.3 Знак «Х» в маркировке взрывозащиты означает, что при эксплуатации необходимо соблюдать специальные условия:

- во взрывоопасных зонах потребитель обязан предусмотреть меры, исключающие возможность превышения максимальной температуры измеряемой среды. Зависимость температурного класса от максимальной температуры измеряемой среды приведена в таблице 6.

Таблица 6

Температурный класс по ГОСТ 31610.0	T6	T5	T4	T3	T2	T1
Максимальная температура измеряемой среды, °C	+ 75	+ 95	+ 130	+ 195	+ 290	+ 440

- взрывонепроницаемые соединения оболочек преобразователя не подлежат ремонту;
- монтаж, демонтаж и техобслуживание преобразователя необходимо проводить при отсутствии взрывоопасной среды.

1.6 Маркировка

1.6.1 Общие требования к маркировке по ГОСТ 18620, ГОСТ 14192.

1.6.1 Маркировка преобразователей содержит:

- наименование предприятия-изготовителя (не указывается при поставке на экспорт);
- наименование и условное обозначение преобразователя;
- вид выходного сигнала;
- пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений уровня (уровня раздела сред);
- пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала;
- диапазон измерений уровня (уровня раздела сред);
- диапазон рабочей температуры измеряемой среды;
- максимальное рабочее давление измеряемой среды;
- градуировочное значение плотности измеряемой среды;
- градуировочное значение температуры измеряемой среды;
- степень защиты корпуса по ГОСТ 14254;
- знак утверждения типа средства измерений;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- код KKS (при поставке на ОАЭ);
- массу;
- дату изготовления.

1.6.2 Маркировка преобразователей во взрывозащищенном исполнении дополнительно содержит:

- а) единый знак обращения продукции на рынке государств – членов Таможенного союза;
- б) специальный знак взрывобезопасности согласно ТР ТС 012/2011;
- в) сокращенное наименование испытательной организации и номер сертификата соответствия;
- г) диапазон рабочей температуры окружающей среды;
- д) маркировку взрывозащиты:

1) «0Ex ia IIC T6...T1 Ga X» – только для преобразователей исполнения по виду взрывозащиты «искробезопасная цепь»;

2) «1Ex db IIC T6...T1 Gb X» – только для преобразователей исполнения по виду взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка».

На крышках блока электронного преобразователя во взрывозащищенном исполнении с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» выполнена надпись ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ – ОТКРЫВАТЬ, ОТКЛЮЧИВ ОТ СЕТИ.

1.6.3 Маркировка буйка должна содержать его массу, длину, наружный диаметр, градуировочное значение плотности измеряемой среды (для преобразователей раздела сред должны указываться обе плотности), а также порядковый номер преобразователя по системе нумерации предприятия-изготовителя, в состав которого он входит.

1.6.4 При поставке преобразователей на АЭС условное обозначение дополнительно содержит литеру «А» (исполнение для АЭС) и класс безопасности по НП-001-15 или НП-022-17.

1.6.5 Маркировка наносится на корпус или на планку, изготовленную из стали 12Х18Н10 и прикрепляемую к корпусу винтами или заклепками. Маркировка наносится методом лазерной гравировки. Маркировка сохраняет четкость в течение срока службы.

1.6.6 На транспортную тару по трафарету несмываемой черной краской нанесены основные, дополнительные и информационные надписи, а также манипуляционные знаки, имеющие значение: «Верх», «Хрупкое. Осторожно», «Бережь от влаги» по ГОСТ 14192.

1.7 Упаковка

1.7.1 Упаковка преобразователей производится в соответствии с документацией предприятия-изготовителя и обеспечивает сохранность при транспортировании и хранении в соответствии с разделами 5 и 6.

1.7.1 Категория упаковки КУ-3 по ГОСТ 23170. Вариант внутренней упаковки ВУ-6 по ГОСТ 9.014.

1.7.2 Составные части преобразователей укладываются в ящики.

1.7.3 Эксплуатационная документация упаковывается в пакеты из полиэтиленовой пленки по ГОСТ 10354 с последующей герметизацией пакета и помещается вместе с одной из составных частей преобразователя в ящик.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения



ЗАПРЕЩАЕТСЯ!

- ▶ производить монтаж преобразователя в резервуар, рабочее давление в котором превышает максимальное рабочее давление преобразователя;
- ▶ устанавливать преобразователь взрывозащищенного исполнения в незаземленный резервуар. После установки в резервуар преобразователь должен быть заземлён со стороны вторичной аппаратуры потребителя;
- ▶ при наличии в месте установки преобразователя взрывоопасной смеси подвергать преобразователь трению или ударам, способным вызвать искрообразование;
- ▶ поднимать или перемещать преобразователь, удерживая его за буюк. Преобразователь необходимо удерживать за нижнюю часть корпуса или соединительный фланец.

2.1.1 В течение периода непрерывной работы (8000 ч) преобразователи эксплуатируются без местного обслуживания. В промежутках между указанными периодами допускается проведение регламентных работ.

2.2.1 Все работы по монтажу преобразователей должны быть завершены до подключения кабелей связи, которое нужно производить в последнюю очередь.

2.3 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия

2.3.1.1 При технических осмотрах, не связанных с проверкой работоспособности, необходимо отключать электропитание преобразователя.

2.3.1.2 При проверке работоспособности преобразователя необходимо предусмотреть блокировку исполнительных механизмов во избежание их срабатывания.

2.3.1.3 Перед монтажом/демонтажом преобразователя необходимо снизить давление в резервуаре до атмосферного и осушить резервуар (снизить уровень измеряемой среды ниже расположения буйка).

2.3.1.4 Подключение кабелей должно проводиться только при выключенном электропитании.

2.3.1.5 При монтаже преобразователя необходимо руководствоваться действующими Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), ГОСТ 31610.11 и настоящим РЭ.

2.3.1.6 При монтаже преобразователя во взрывозащищенном исполнении параметры линии связи между преобразователем и блоком питания должны соответствовать требованиям, указанным в пп. 1.2.16 и 1.2.55.

2.3.1.7 При монтаже и эксплуатации преобразователя взрывозащищенного исполнения необходимо соблюдать следующие требования:

а) перед монтажом обратить внимание на маркировку взрывозащиты, предупредительные надписи, состояние подключаемого кабеля;

б) во избежание срабатывания предохранителей в блоке питания при случайном закорачивании соединительных проводов заделку кабеля и его подключение производить при отключенном питании;

в) по окончании монтажа должно быть проверено электрическое сопротивление изоляции между электрическими цепями и корпусом преобразователя, которое должно быть не менее 100 МОм;

г) проверка параметров взрывозащиты производится при отключенном напряжении электропитания. Настройка и регулировка преобразователя должны производиться при отсутствии взрывоопасной смеси.

2.3.2 Распаковка и входной контроль преобразователей

2.3.2.1 Произвести распаковку с соблюдением следующих правил:

- а) убедиться в целостности тары путем внешнего осмотра;
- б) вскрыть ящики;
- в) проверить содержимое на соответствие сопроводительной документации;
- г) произвести тщательный наружный осмотр изделий, при этом обратить внимание на:
 - маркировку взрывозащиты и предупредительные надписи;
 - отсутствие повреждений корпусов и резьб;
 - наличие всех крепежных элементов (болтов, гаек, шайб и так далее);
 - наличие средств уплотнения (для кабеля и крышек);
 - наличие заземляющих устройств;
 - соответствие порядкового номера буйка порядковому номеру преобразователя.

2.4 Порядок установки и монтаж

2.3.1 Пространственное положение преобразователя при монтаже – вертикальное. Преобразователь может устанавливаться в резервуар (верхний монтаж) либо в уровнемерную камеру (боковой монтаж). Место установки должно обеспечивать удобные условия для дальнейшего обслуживания и демонтажа.

2.4.1 Перед монтажом следует проверить установочное место на соответствие габаритным и присоединительным размерам.

2.4.2 Перед монтажом следует убедиться, что резервуар не находится под давлением и пуст (уровень измеряемой среды ниже расположения буйка), а преобразователь обесточен.

2.4.3 При монтаже преобразователя недопустимо касание буйка внутренних стенок резервуара по всей длине буйка. Расстояние от буйка до ближайшей стенки или внутренних элементов резервуара должно быть не менее 300 мм. Расстояние от нижнего края буйка до дна резервуара – не менее 50 мм.

2.4.4 При монтаже преобразователя недопустимо воздействие на буйёк сильных потоков и напоров жидкости. Не допускается располагать присоединительный патрубок близко к трубам налива. При эксплуатации буйёк преобразователя не должен качаться.

2.4.5 Установка и монтаж

Преобразователь устанавливается двумя способами: на емкость (рисунок 7) или с помощью боковой камеры (рисунок 8).



Рисунок 7 – Установка преобразователя на емкость



Рисунок 8 – Установка преобразователя на емкость с помощью боковой камеры

2.3.6.1 Монтаж кожуха преобразователя



Рисунок 9 – Монтаж кожуха

Установить уплотнение 3 в канавку на соединительном фланце 4. Поместить вытеснитель в камеру или непосредственно на резервуар. Придерживая преобразователь 1 над соединительным фланцем, зацепить ушко 2 на цепи вытеснителя за канавку на рычаге подвеса буйка поз. 1 (рисунок 9). Следить за тем, чтобы буюк не упал! Избегать резких движений и нагрузки!

Установить преобразователь на соединительный фланец.

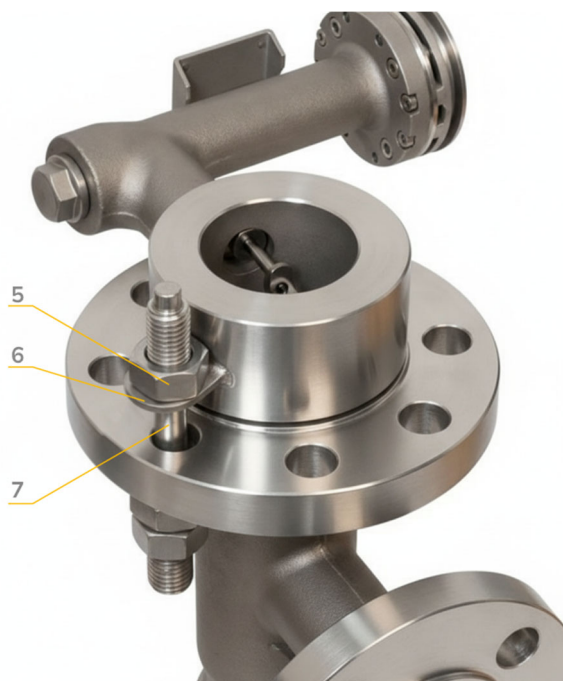


Рисунок 10 – Установка преобразователя на соединительный фланец

Для упрощения монтажа крепежная скоба фиксируется на фланце резьбовой шпилькой 7. Рекомендуется предварительно подготовить болт, на который навинчивается гайка 5. Резьбовой болт пропускается через отверстие в крепежной скобе и фланце. Для того, чтобы обеспечить надежное крепление сэндвич-кожуха, следует прикрутить несколько гаек на стержень. Затем положить верхнее уплотнение 3 на кожух, а на него глухой фланец. Вставить оставшиеся болты и затянуть гайки. Отвинтить монтажную гайку 5 и вынуть болт, затем вставить его ещё раз и затянуть с помощью гаек.

2.3.6.2 Монтаж кожуха преобразователя со способом присоединения через фланец

2.3.6.2.1 Снять фланцевую заглушку и установить буйёк через верхнее отверстие (рисунок 11).



Рисунок 11 – Установка буйка

2.3.6.2.2 Зацепить ушко на цепи вытеснителя за канавку на рычаге подвеса буйка (рисунок 12).



Рисунок 12 – Установка цепи буйка

2.3.6.2.3 Установить заглушку-фланец на преобразователь (рисунок 13).

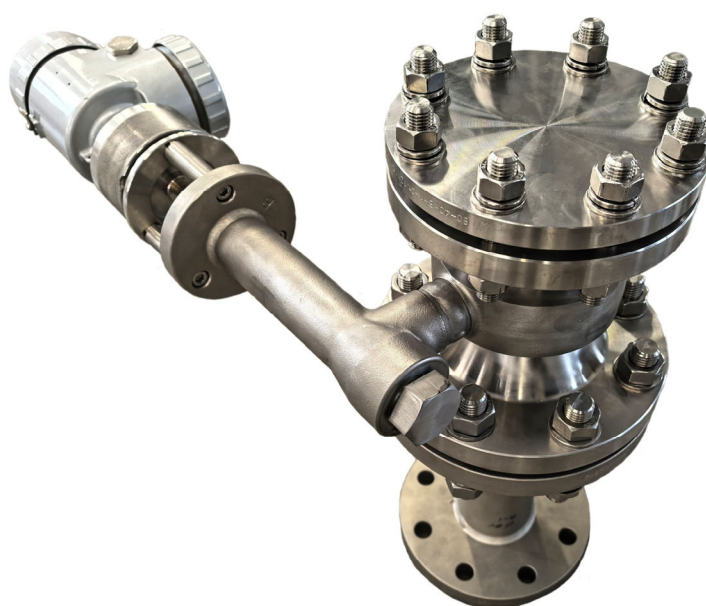


Рисунок 13 – Установка заглушки-фланца

Гайки всех болтов необходимо затянуть соответствующим динамометрическим ключом крест-накрест, чтобы избежать перекашивания.

Таблица 7. Рекомендуемые моменты затяжки болтов (натяжение 70% предела текучести при 20°C)

Материал	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M36
A2-70	40 Нм	95 Нм	185 Нм	310 Нм	450 Нм	630 Нм	1080 Нм
1.7225 1.7709(8.8)	50 Нм	120 Нм	250 Нм	435 Нм	630 Нм	860 Нм	1500 Нм

Указание:

Материал для изготовления резьбовых болтов и гаек необходимо выбирать в зависимости от материала сэндвич-корпуса и температуры измеряемой жидкости. Элемент буйка диаметром менее 30 мм можно монтировать даже при установленном сэндвич-кожухе.

Для упрощения монтажа через отверстие в ушке 9 протягивается провод. С помощью провода элемент буйка (вытеснителя) проводится через корпус кожуха, минуя передаточный рычаг, непосредственно в измерительную камеру или резервуар. Затем необходимо подвесить ушко цепи за канавку 8 передаточного рычага. После этого проволоку можно удалить (рисунок 14).

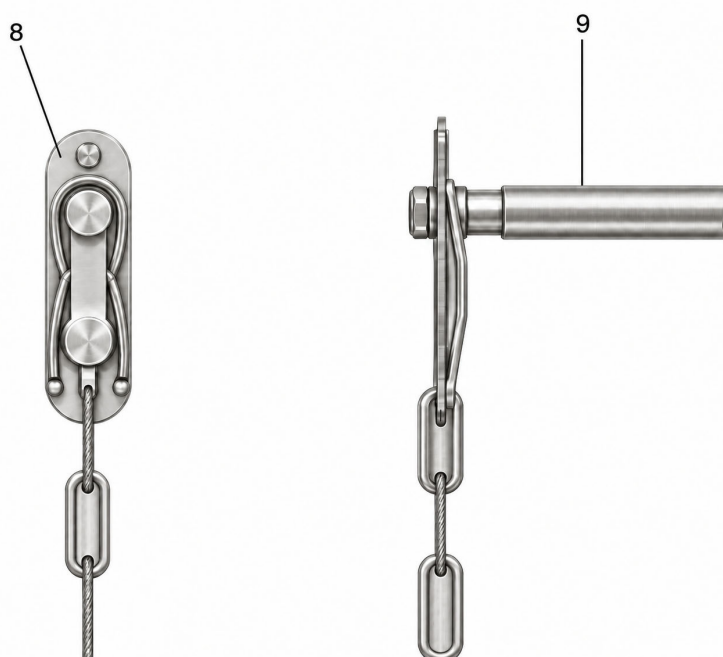


Рисунок 14 – Монтаж цепи

2.3.6.3 Максимальный рабочий диапазон

Диапазон измерений преобразователя определяется длиной буйка без подвеса. Верхний неизмеряемый уровень определяется длиной подвеса буйка ($L1$), выполняемого цепью или тросом.

Расстояние от нижнего измеряемого уровня до дна резервуара является нижней неизмеряемой зоной ($L2$), которая должна быть не менее 100 мм.



M – рабочий диапазон измерений;

$L1$ – длина подвеса;

$L2$ – расстояние от нижнего измеряемого уровня до дна резервуара.

Рисунок 15 – Обозначение рабочего диапазона

2.3.6.4 Преобразователь с помощью соединительного фланца монтируется на ответную часть резервуара. При монтаже и эксплуатации должна обеспечиваться герметичность соединения со стороны технологического процесса.

2.3.6.5 К внешней линии преобразователь присоединяется кабелем через кабельный ввод с сальниковым уплотнением. При монтаже следует обратить внимание на то, что наружный диаметр кабеля должен соответствовать применяемому кабельному вводу.

Схемы электрического подключения преобразователей в зависимости от исполнения представлены в приложении Г.

2.3.6.6 Порядок установки преобразователя:



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

Перед подключением преобразователя необходимо убедиться в отсутствии питающего напряжения в линии.

К монтажу и эксплуатации преобразователя допускаются лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие соответствующий инструктаж.

Монтаж и демонтаж преобразователя на ёмкости должны производиться после сброса давления до атмосферного.

Длина буйка с учетом подвеса должна быть меньше высоты резервуара

Каждый преобразователь калибруется на заводе с конкретным буйком согласно данным заказа.

Вставьте буюк в байпасную камеру или в резервуар.

Установите уплотнительную прокладку на фланец резервуара или байпасной камеры. Установите межфланцевый корпус преобразователя на фланец, предварительно пропустив удлинение подвески буйка в отверстие корпуса преобразователя.

Для облегчения монтажа закрепите преобразователь за монтажный кронштейн на фланце одной из шпилек и двумя гайками. Рекомендуется предварительно навинтить гайку на резьбу шпильки или выполнять монтаж с помощником.

Установите второе уплотнение сверху на межфланцевый корпус преоб-

разователя, а затем установите верхний фланец так, чтобы совместить отверстия под шпильки во фланцах.

Установите оставшиеся шпильки и навинтите гайки, слегка их затянув. Отвинтите верхнюю гайку с первой шпильки, пропущенной в монтажный кронштейн. Закрепите первую шпильку аналогично остальным. Затяните гайки на шпильках соответствующими ключами.

2.3.6.7 Порядок электрического подключения преобразователя:

- открутить крышку кабельной коробки;
- ослабить кабельный ввод и пропустить кабель через кабельный ввод в корпус кабельной коробки. Протянуть кабель на достаточную длину для зачистки и подключения кабеля;
- снять изоляцию с кабеля и зачистить провода на длину от 4 до 6 мм и подключить к клеммному блоку;
- проверить надежность крепления проводов, слегка потянув за них;
- уложить провода кабеля так, чтобы исключить их повреждение;
- при необходимости произвести внешнее заземление устройства – к заземляющему винту преобразователя (на внешней стороне корпуса) подсоединить провод заземления объекта;
- закрутить крышку кабельной коробки;

Примечание – Перед вводом кабеля в кабельный ввод корпуса блока электронного рекомендуется выполнить каплеуловительную петлю из кабеля (рисунок 16), что исключит попадание влаги в кабельный ввод. Нижняя часть петли должна быть ниже уровня кабельного ввода корпуса. Данная рекомендация применима прежде всего при монтаже на открытом воздухе или в помещениях с повышенной влажностью, а также на резервуарах с охлаждением или подогревом.



Рисунок 16 – Присоединение кабеля к прибору

- сальниковое уплотнение затянуть нажимной гайкой, обеспечив герметичность ввода кабеля в корпус. Кабель не должен свободно перемещаться и проворачиваться в узле уплотнения. Нажимную гайку после монтажа стопорить грунтовкой. При использовании кабеля в металлорукаве закрепить рукав с помощью фиксатора кабельного ввода;
- неиспользуемый кабельный ввод закрыть заглушками;
- включить источник электропитания преобразователя и дождаться загрузки программы;
- после загрузки программы преобразователь перейдет в режим отображения уровня и формирования выходных сигналов на токовом и/или цифровом выходе;
- преобразователь готов к использованию.

2.5 Электрическое подключение

Подключить кабель в соответствии со схемой, изображённой на рисунке 17 для исполнения АЦ или на рисунке 18 для исполнения ЦС.

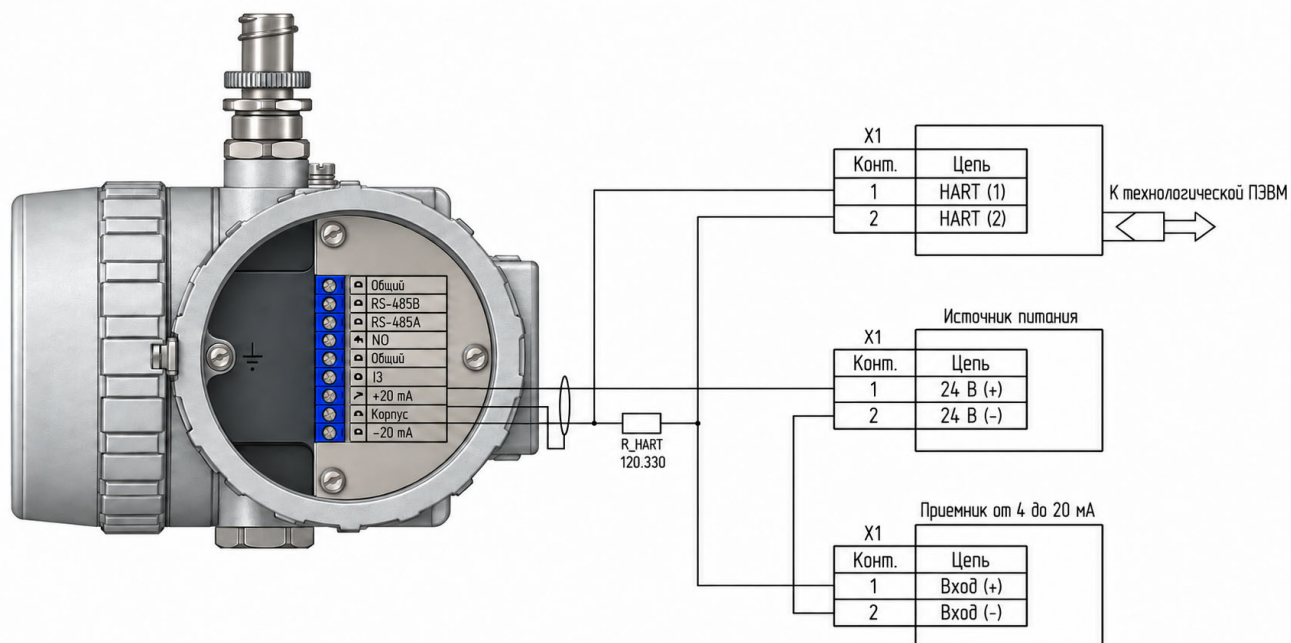


Рисунок 17 – Подключение кабеля к преобразователю исполнения АЦ

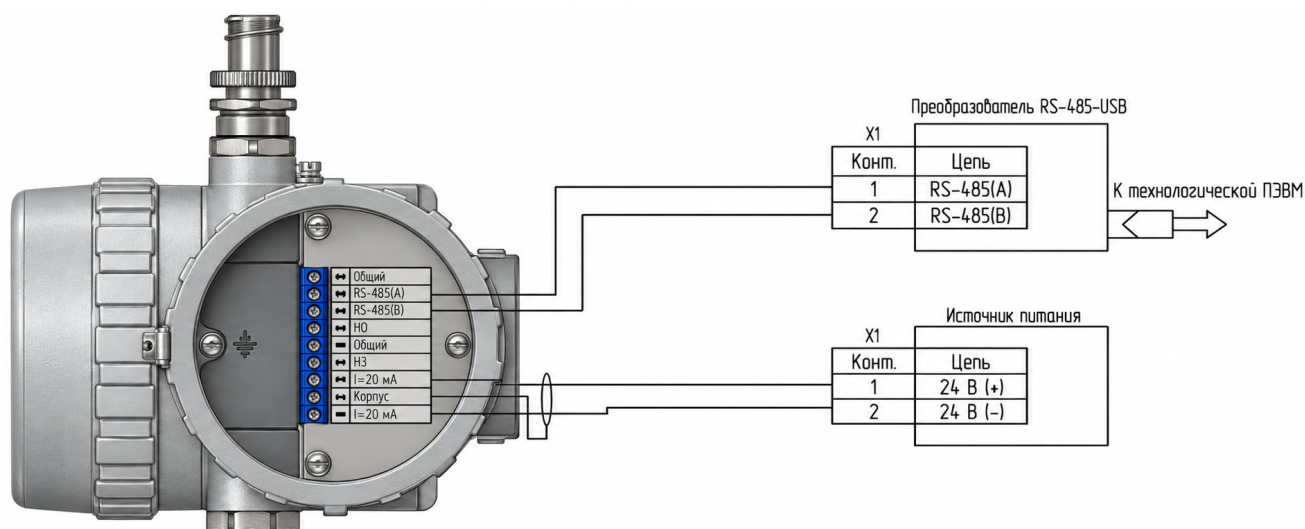


Рисунок 18 – Подключение кабеля к преобразователю исполнения ЦС

2.6 Конфигурирование в программе «Конфигуратор ТЭК-ЭМБУ»

Данная глава содержит сведения о настройке преобразователя уровня ТЭК-ЭМБУ по протоколу HART с помощью программы «Конфигуратор ТЭК-ЭМБУ» (далее — программа), необходимые для настройки прибора на месте эксплуатации. Установка производится запуском исполняемого файла SetupTekEmbuConfigurator.exe.

2.5.1 Необходимое оборудование и программное обеспечение

Для настройки прибора необходимо следующее оборудование:

- HART-модем
- Ноутбук с ОС Windows 10 (далее по тексту ПК)
- Программа «Конфигуратор ТЭК-ЭМБУ».

2.5.2 Подготовка преобразователя к работе

Произвести проверку работоспособности преобразователя:

- напряжение электропитания при проверке должно быть от 14 до 32 В.

Полярность источника электропитания допускается не соблюдать. Прибор должен быть подключен к ПК с помощью HART-модема через USB.

2.5.3 Запуск программы

Внешний вид программы представлен на рисунке 19.

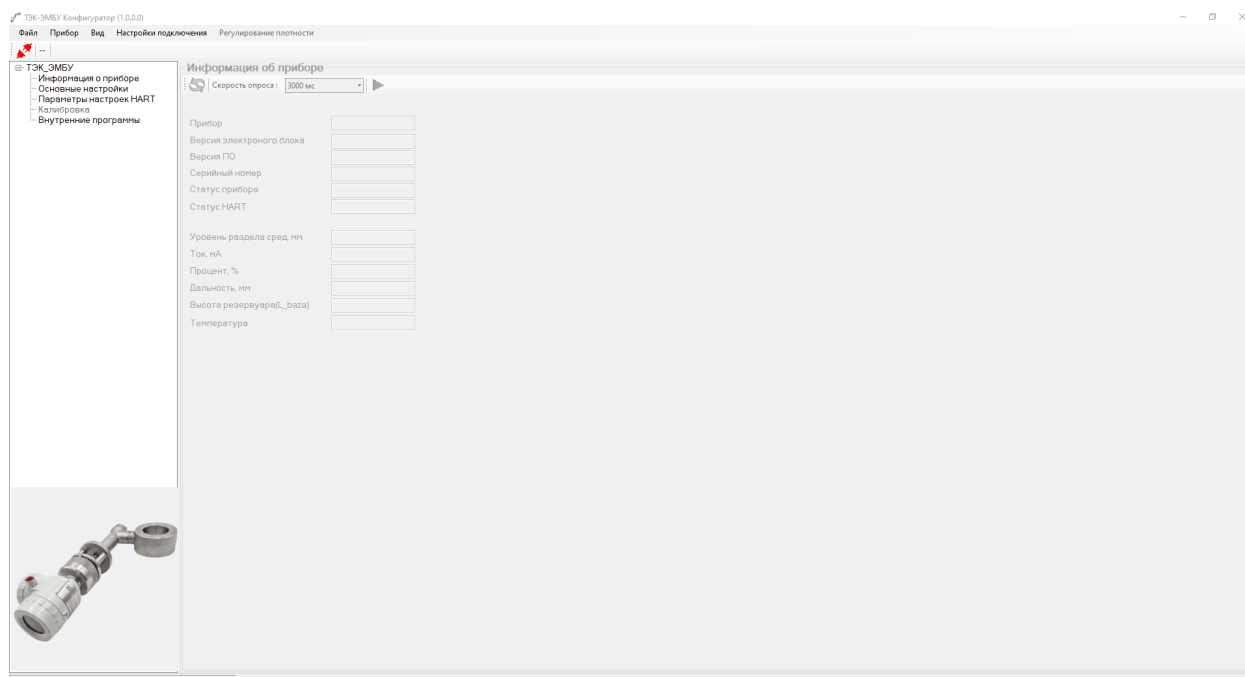


Рисунок 19 - Внешний вид программы

Для подключения к прибору необходимо выбрать вкладку «Настройки подключения» в верхней части программы (рисунок 20). Необходимо выбрать нужный порт и ввести адрес прибора (по умолчанию адрес «0»). После чего нужно нажать на иконку , которая изменится на .

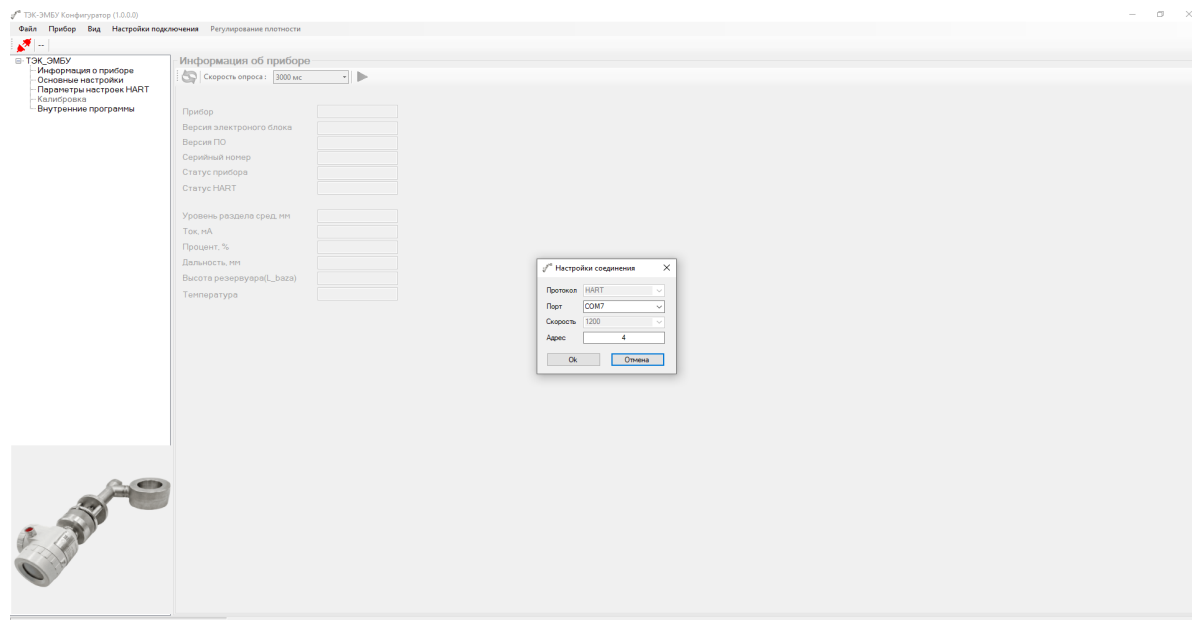


Рисунок 20 - Окно программы «Настройки подключения»

После задания параметров соединения и нажатия кнопки “ОК” инициирует поиск заданного прибора и чтение его параметров. Успешное подключение

ние к прибору сопровождается выводом информации в окне «Подключение» снизу программы, разблокированием древовидной структуры меню слева, а также изменением иконки кнопки соединения и иконки статуса соединения в нижнем правом углу программы (при нажатии кнопки «Вид» и выставлении галочки «Показать лог обмена с прибором»). Пример успешного установления связи с устройством представлено на рисунке 21.

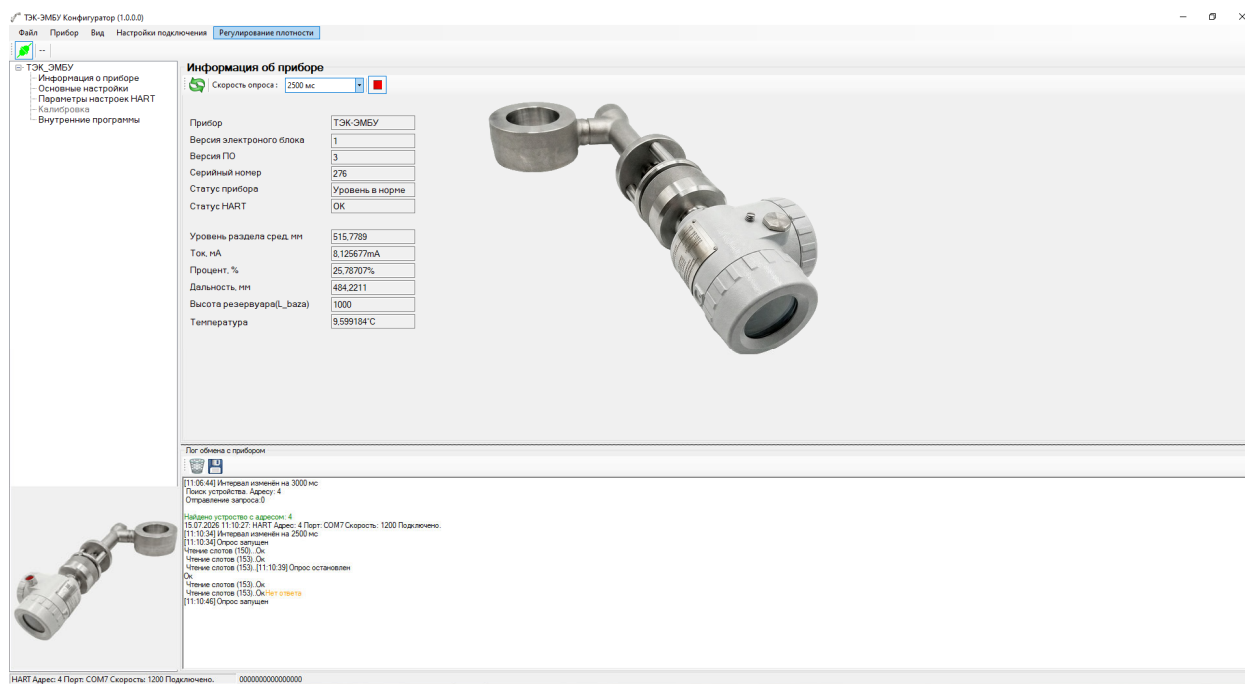


Рисунок 21 - Вид программы при успешном подключении к прибору

Также здесь можно включить периодический опрос, предварительно выбрав в поле «Скорость опроса», интервал, через который будут обновляться данные на главном экране.

2.5.4 Настройка ЭМБУ

На вкладке «Основные настройки» (рисунок 22) расположены главные параметры прибора и настройки переменных HART; также предусмотрена смена адреса прибора. Запись в прибор осуществляется по нажатию иконки



. Чтение данных из прибора осуществляется по нажатию иконки



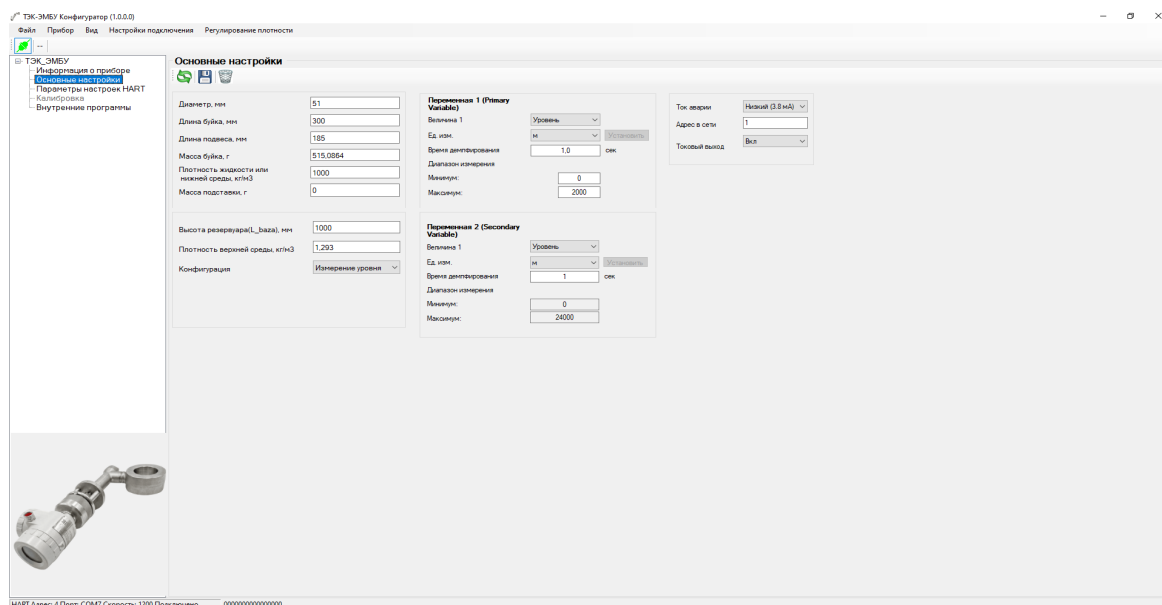


Рисунок 22 Основные настройки

2.5.5 Настройка различных параметров HART

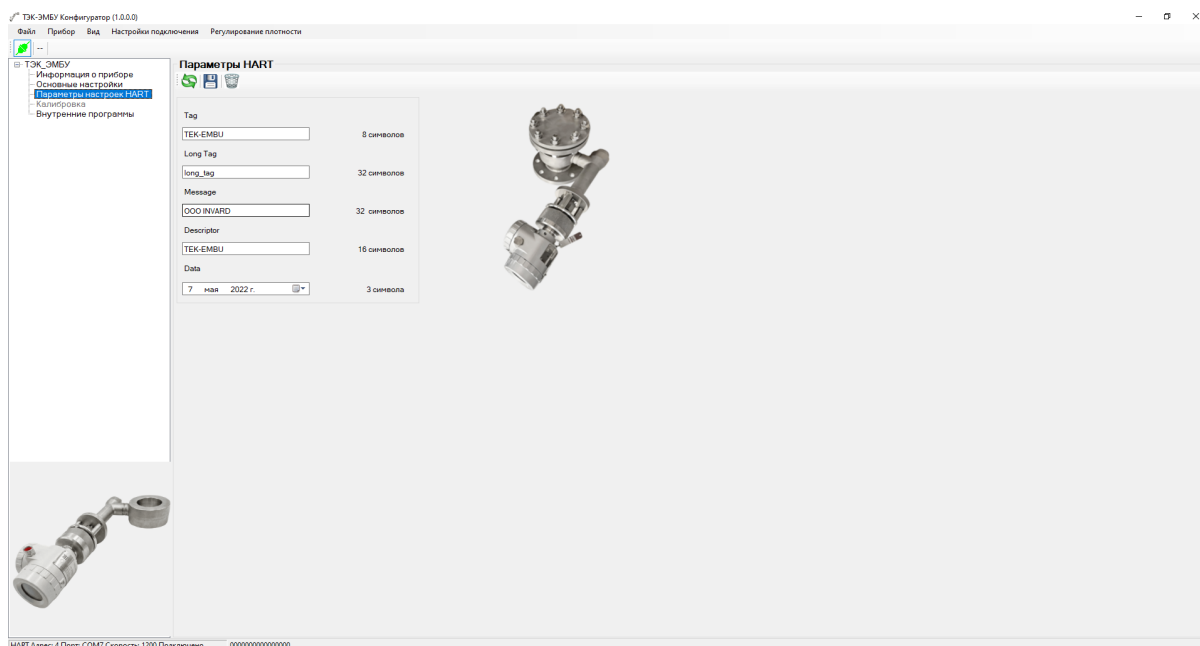


Рисунок 23 - Параметры HART

2.5.6 Внутренние программы

На данной вкладке (рисунок 24) при помощи нажатия кнопок:

- Установить ноль.
- Вычислить плотность нижней/верхней среды при заполненном буйке.

Также предусмотрена возможность управлять током прибора, при вводе числа

от 4 мА до 20 мА в поле ввода, и нажатии кнопки “Включить” прибор переходит в режим ручного управления током и выставляет заданный ток. Выход из режима осуществляется нажатием кнопки “Отключить”.

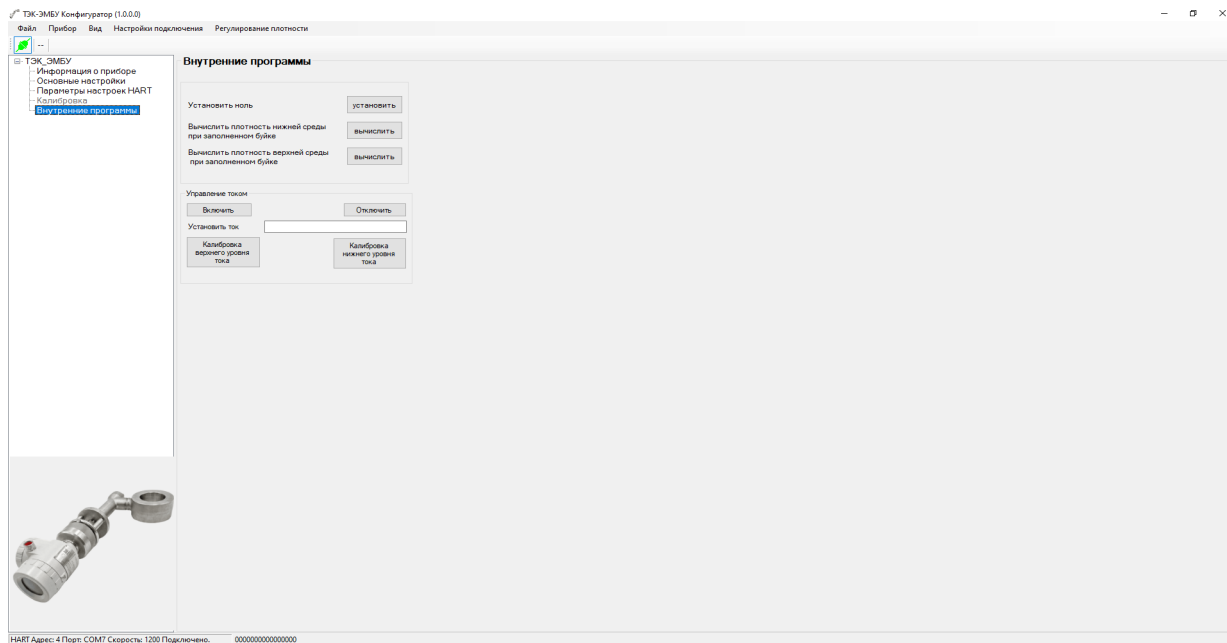


Рисунок 24 - Внутренние программы

Для калибровки тока нажмите кнопку «Калибровка верхнего/нижнего уровня». Прибор установит соответствующий уровень. В появившемся окне (рисунок 25) введите фактическое значение тока, измеренное поверенным устройством, и нажмите «ОК». Повторяйте измерение и ввод значения до тех пор, пока прибор не установит ток 20 мА для верхнего уровня и 4 мА для нижнего уровня.

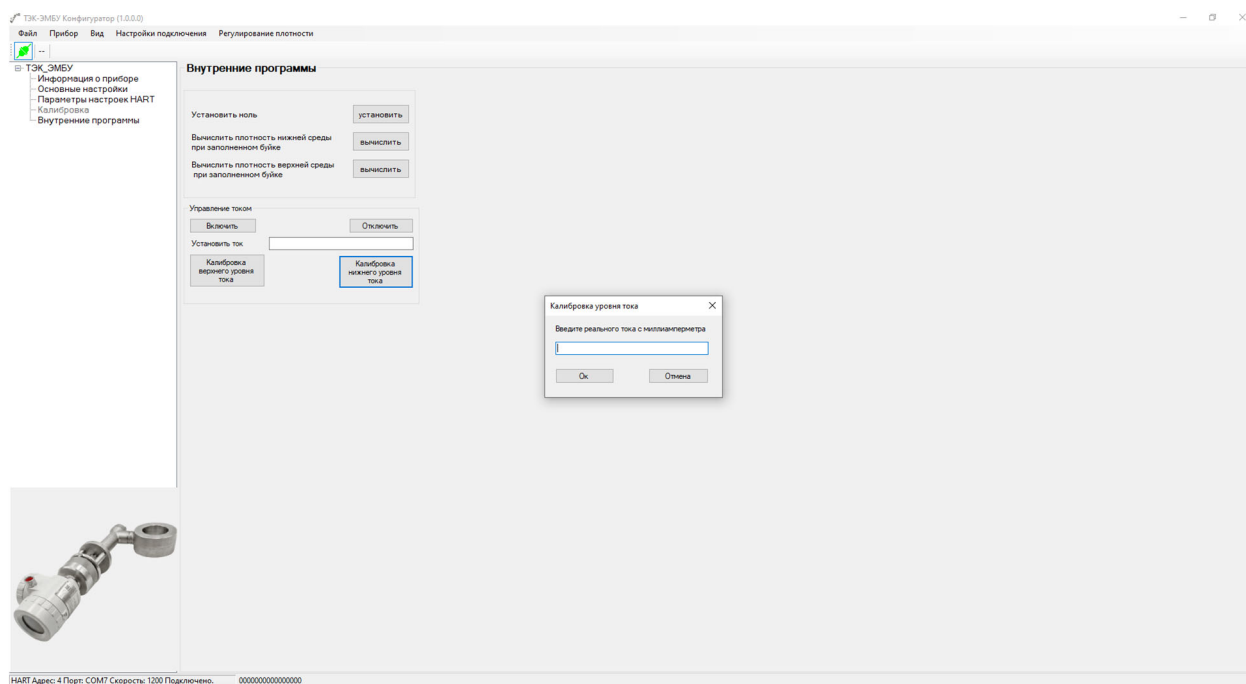


Рисунок 25 - Калибровка верхнего/нижнего уровня тока

2.5.7 Настройка уровнемера на стенде.

Установить уровнемер на стенд вместе с буйком. Убедитесь в том, что труба, в которой установлен буйёк, стоит вертикально, а фланец перпендикулярно трубе.

2.5.7.1 Установка нуля

Подключите уровнемер согласно схеме подключения. Откройте программу «ТЭК-ЭМБУ Конфигуратор» и установите подключение по интерфейсу HART. Буйёк при этом не должен быть заполнен жидкостью. На вкладке «Внутренние программы» нажмите «Установить ноль». На вкладке «Основные настройки» в окне «Масса буйка, г» после считывания отобразится текущая масса буйка. Если в этом окне масса отличается от массы буйка, её можно скорректировать на вкладке «Основные настройки» в окне «Масса подставки, г». После этого

нажмите .

2.5.7.2 Вычисление плотности жидкости с заполненным буйком

Подключите уровнемер согласно схеме подключения. Откройте программу «ТЭК-ЭМБУ Конфигуратор» и установите подключение по интерфейсу HART.

2.5.7.2.1 Для исполнения «Измерение уровня»

Буёк заполняется жидкостью полностью. На вкладке «Внутренние программы» нажмите «Вычислить плотность нижней среды при заполненном буйке». При этом происходит вычисление плотности жидкости. На вкладке «Основные настройки» в графе «Плотность жидкости или нижней среды, кг/м³» после считывания отобразится текущая плотность жидкости.

2.5.7.2.2 Для исполнения «Измерение уровня раздела сред»

Буёк заполняется жидкостью с более плотной (нижней) средой. На вкладке «Внутренние программы» нажмите «Вычислить плотность нижней среды при заполненном буйке». При этом происходит вычисление плотности нижней среды. На вкладке «Основные настройки» в графе «Плотность жидкости или нижней среды, кг/м³» после считывания отобразится текущая плотность нижней среды.

Далее буёк заполняется жидкостью с менее плотной (верхней) средой. На вкладке «Внутренние программы» нажмите «Вычислить плотность верхней среды при заполненном буйке». При этом происходит вычисление плотности верхней среды. На вкладке «Настроечные параметры» в графе «Плотность верхней среды, кг/м³» после считывания отобразится текущая плотность верхней среды.

2.5.8 Загрузка заводских настроек

Загрузить заводские настройки можно после нажатия на кнопку «Прибор» и выбрав «Загрузить заводские настройки».

2.6 Настройка преобразователя с помощью меню прибора

В каждом приборе предусмотрена установка местного индикатора. Конфигурирование изделия может быть выполнено с его помощью без подключения к ПЭВМ.

Внешний вид индикатора представлен на рисунке 26.

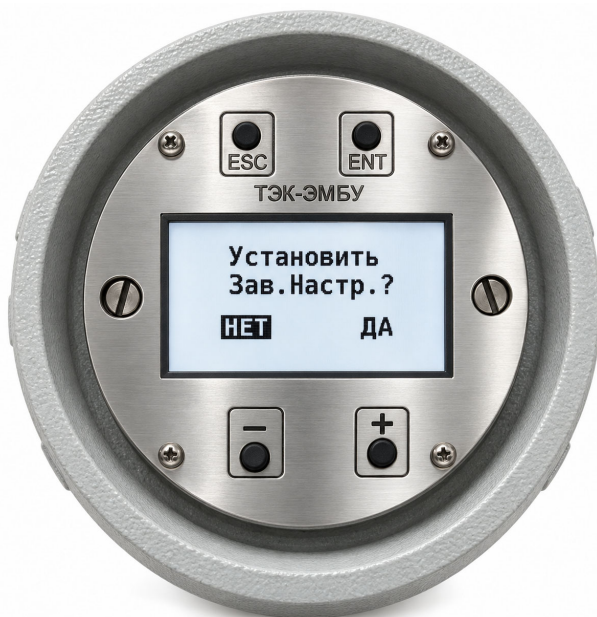


Рисунок 26

Индикатор имеет четыре кнопки для ввода данных и управления режимом индикации.

« **ESC** » - ВЫХОД

« **ENT** » - ВВОД ДАННЫХ

« - » переместиться вниз, вычесть

« + » переместиться вверх, прибавить

При подаче электропитания индикатор должен включиться. На экране после

включения должно появиться сообщение:



Рисунок 27

Первый экран (Стартовое сообщение) содержит

- наименование предприятия-изготовителя (ООО «Инвард»);
- наименование прибора (ТЭК-ЭМБУ);
- серийный номер прибора (S/N XXXXX);

После загрузки прибора выводится главный экран, состоящий из четырех строк измерительной информации:

➤ Первая строка: температура на тензопреобразователе (XX.X °C) в градусах Цельсия, наименование предприятия-изготовителя (ИНВАРД), статус прибора.

Статус прибора может быть следующим:

ОК – нормальная работа;

ВВ – уровень выше верхнего предела измерений;

НН – уровень ниже нижнего предела измерений;

ЕП – превышение массы буйка (ПЕРЕГРУЗ);

ЕО – масса буйка слишком мала (ОБРЫВ);

- Вторая строка: Измеренный уровень в миллиметрах (XXXX мм);
- Третья строка: измеренный уровень в процентах (XX.X %);
- Четвертая строка: диапазон измерений (XXXX-XXXX мм), ток в миллиамперах (XX.X мА);

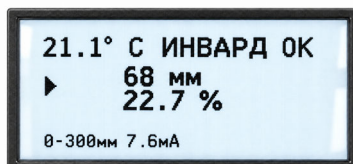


Рисунок 28

2.6.1 Структура меню прибора

Структура меню прибора представлена ниже.

Для входа в меню прибора нажать кнопку «**ENT**», для выхода – кнопку «**ESC**», в том числе для выхода из подменю. Для перемещения по пунктам меню используют кнопки «+» и «-».

Меню состоит из следующих разделов:

- Переменные HART;
- Настройка ЧЭ;
- Калибровка;
- Цифровой выход;

- Токовый выход;
- О приборе.

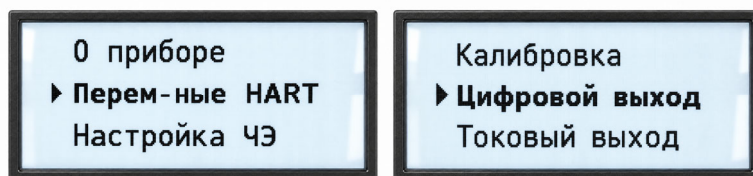


Рисунок 29

Выбранный пункт меню подсвечивается полужирным шрифтом и указателем.

Для входа в раздел нажать кнопку **«ENT»**.

2.6.2 Раздел Переменные HART состоит из пунктов:

- Переменная;
- Диапазон;
- Демпфирование.

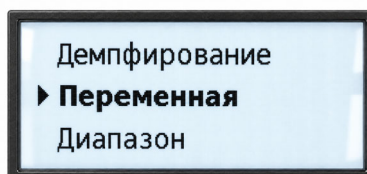


Рисунок 30

В разделе «Переменная» можно выбрать первичную переменную PV (переменная, формирующая токовый выходной сигнал). Это Уровень, Дальность и Температура.

По умолчанию к первичной переменной (PV) привязан Уровень, к вторичной переменной (SV) привязана Дальность, к третичной переменной (TV) привязана Температура.

Эти же переменные являются первичной, вторичной и третичной переменными HART.

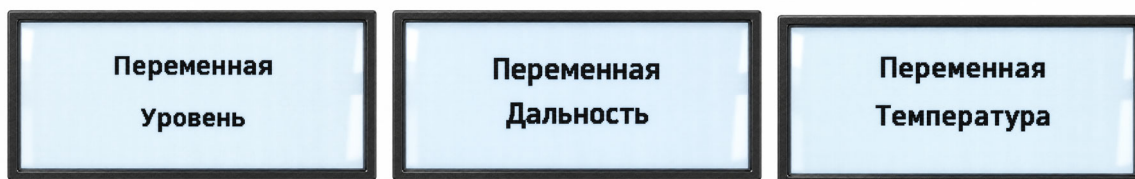


Рисунок 31

В разделе «Переменная» можно задать Минимум и Максимум диапазона воспроизведение токового выходного сигнала первичной переменной (PV), задается в миллиметрах.

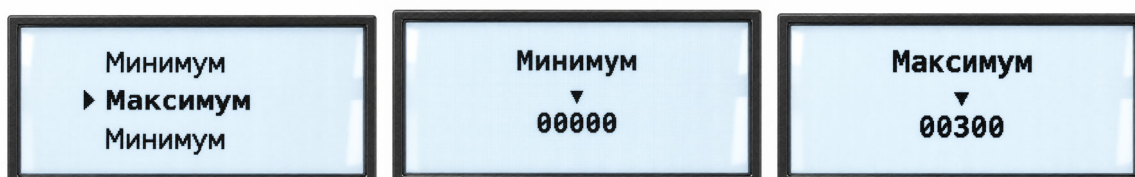


Рисунок 32

В разделе «Демпфирование» можно задать время демпфирования – сглаживающий фильтр по выходному сигналу, задается в секундах от 0 до 30 с.

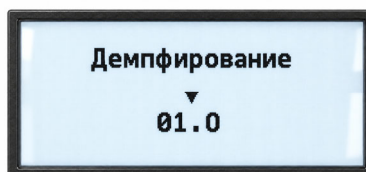


Рисунок 33

2.6.3 Раздел Настройка ЧЭ (настройка чувствительного элемента)
состоит из пунктов:

- Диаметр;
- Длина;
- Масса;
- Плотность 1;
- Плотность 2;
- Базовая высота;
- Длина подвеса;
- Режим работы.

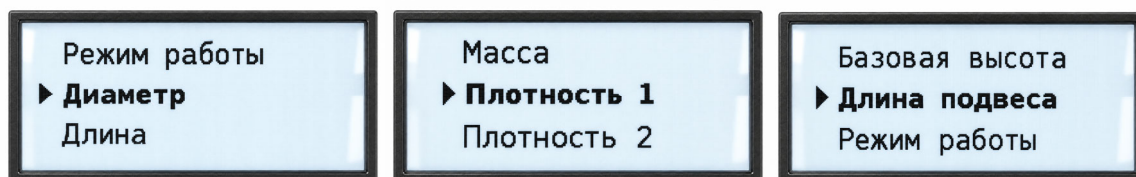


Рисунок 34

В разделе «Диаметр» можно задать диаметр буйка в миллиметрах.

В разделе «Длина» можно задать длину буйка в миллиметрах.

В разделе «Масса» можно задать массу буйка в граммах.

В разделе «Плотность 1» можно задать плотность среды в кг/м³ в режиме «Измерение уровня» или плотность более плотной (нижней) среды в кг/м³ в режиме «Измерение раздела сред».

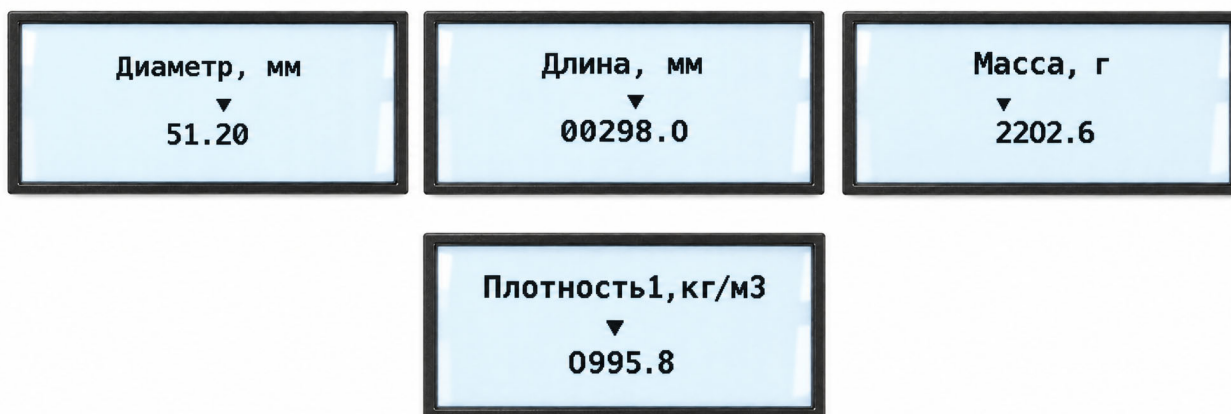


Рисунок 35

В разделе «Плотность 2» можно задать плотность менее плотной (верхней) среды в кг/м³ в режиме «Измерение раздела сред».

В разделе «Базовая высота» можно задать базовую высоту резервуара (расстояние от дна резервуара до установочного фланца, задается в миллиметрах).

В разделе «Длина подвеса» можно задать длину подвеса буйка в миллиметрах (расстояние от фланца уровнемера до верхней части буйка).

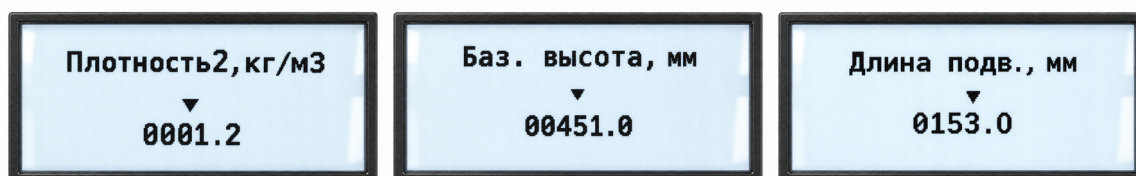


Рисунок 36

В разделе «Режим работы» можно выбрать режим «Измерение уровня» или режим «Измерение раздела сред».



Рисунок 37

2.6.4 Раздел «Калибровка» используется для калибровки уровнемера и состоит из пунктов:

- Установить ноль (Устан. ноль);
- Плотность более плотной (нижней) среды при заполненном буйке (Плотн. запол НС);
- Плотность менее плотной (верхней) среды при заполненном буйке (только для режима «Измерение раздела сред») (Плотн. запол ВС);
- Вычислить плотность более плотной (нижней) среды по уровню (только для режима «Измерение раздела сред») (Выч-ть Рнсп РС);
- Вычислить плотность менее плотной (верхней) среды по уровню (только для режима «Измерение раздела сред») (Выч-ть Рвсп РС);
- Вычислить плотность среды по уровню (только в режиме «Измерение уровня») (Выч-ть Р Уров.).



Рисунок 38

В разделе «Установить ноль» буёк уровнемера должен быть полностью осушен.

При выборе **«ДА»** произойдет корректировка массы буйка. Массу буйка можно посмотреть в разделе «Масса».

В разделе «Плотность более плотной (нижней) среды при заполненном буйке» в режиме «Измерение уровня» буёк уровнемера должен быть полностью заполнен средой. В режиме «Измерение раздела сред» буёк уровнемера должен быть полностью заполнен более плотной (нижней) средой. При выборе **«ДА»** произойдет корректировка плотности среды в режиме «Измерение уровня» или корректировка плотности более плотной среды в режиме «Измерение раздела сред». Изменение этой плотности можно посмотреть в разделе «Плотность 1».

Раздел «Плотность менее плотной (верхней) среды при заполненном буйке» используется только в режиме «Измерение раздела сред». Буёк уровнемера должен быть полностью заполнен менее плотной (верхней) средой. При выборе **«ДА»** произойдет корректировка плотности менее плотной среды. Изменение этой плотности можно посмотреть в разделе «Плотность 2».

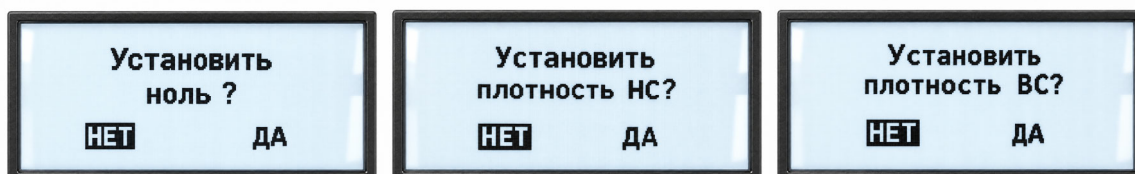


Рисунок 39

В разделе «Вычислить плотность более плотной (нижней) среды по уровню» (только для режима «Измерение раздела сред») должен быть точно известен уровень раздела сред. Буёк должен быть полностью заполнен двумя жидкостями. Далее вводится известный уровень раздела сред. При выборе **«ДА»** произойдет корректировка плотности более плотной среды. Изменение этой плотности можно посмотреть в разделе «Плотность 1».



Рисунок 40

В разделе «Вычислить плотность менее плотной (верхней) среды по уровню» (только для режима «Измерение раздела сред») операция может быть выполнена, если уровень раздела сред находится ниже конца буйка. Далее вводится известный уровень менее плотной (верхней) среды. При выборе **«ДА»** произойдет корректировка плотности менее плотной среды. Изменение этой плотности можно посмотреть в разделе «Плотность 2».

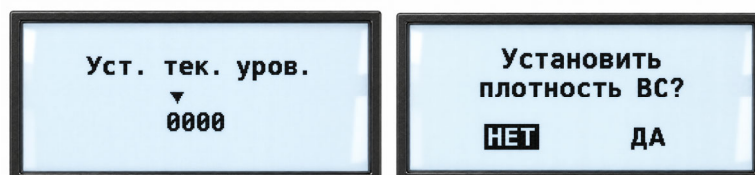


Рисунок 41

В разделе «Вычислить плотность среды по уровню» (только для режима «Измерение уровня») должен быть точно известен уровень. Далее вводится известный уровень. При выборе **«ДА»** произойдет корректировка плотности среды. Изменение этой плотности можно посмотреть в разделе «Плотность 1».



Рисунок 42

2.6.5 Раздел Цифровой выход состоит из пунктов:

- Адрес прибора (Адрес пр-ра);
- Работа HART.

В разделе «Адрес прибора» вводится сетевой адрес от 0 до 15. При выборе **«ДА»** произойдет изменение сетевого адреса прибора. По умолчанию адрес прибора равен 0.



Рисунок 43

В разделе «Работа HART» можно включить или отключить работу HART. При выборе «**ДА**» произойдет изменение режима.



Рисунок 44

2.6.6 Раздел Токовый выход состоит из пунктов:

- Работа тока;
- Фиксированный ток (Фикс. ток);
- Ток аварии.

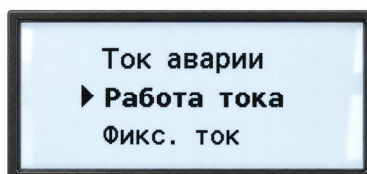


Рисунок 45

В разделе «Работа тока» можно включить выдачу выходного тока или отключить (работа только по HART). При выборе «**ДА**» произойдет изменение режима.



Рисунок 46

В разделе «Фиксированный ток» можно задать фиксированный ток в миллиамперах. При выборе «ДА» произойдёт изменение режима. Для выхода из этого режима необходимо записать значение «0».



Рисунок 47

В разделе «Ток аварии» можно указать, какое значение тока уровнемер будет принимать при обнаружении блоком неисправности: >21 мА (High), <3,8 мА (Low), заморозить последнее значение (Hold).

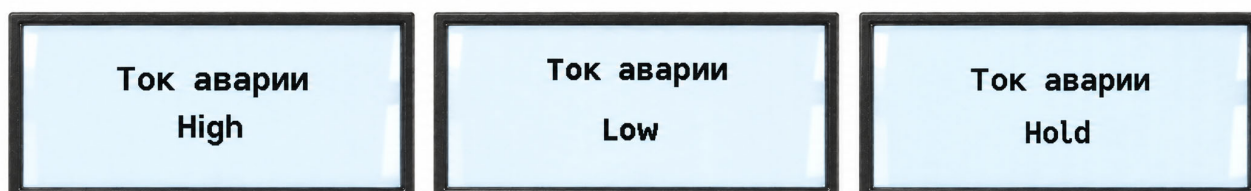


Рисунок 48

2.6.7 Раздел О приборе состоит из пунктов:

- О приборе;
- Версия ПО;
- Установить заводские настройки (Уст. Зав. Настр.).

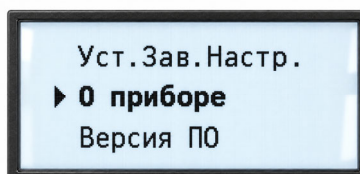


Рисунок 49

В разделе «О приборе» отображается:

- наименование предприятия-изготовителя (ООО «Инвард»);
- наименование прибора (ТЭК-ЭМБУ);
- серийный номер прибора (S/N XXXXX).

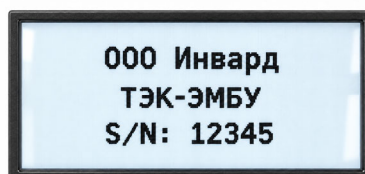


Рисунок 50

В разделе «Версия ПО» отображается текущая версия программного обеспечения.

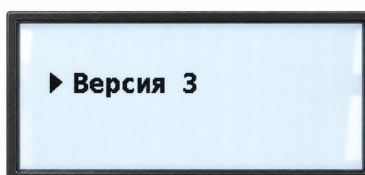


Рисунок 51

В разделе «Установить заводские настройки» можно восстановить заводские настройки. При выборе **«ДА»** произойдет возврат к заводским настройкам.

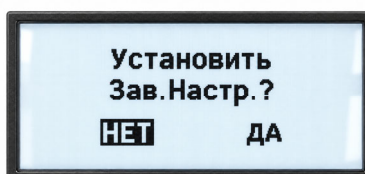


Рисунок 52

2.7 Процедура укорочения длины подвеса

Процедура укорочения длины подвеса включает ряд последовательных шагов, направленных на обеспечение точности измерений уровня жидкости в резервуаре.

Шаг 1. Подготовка

Отключите питание уровнемера перед началом работ.

Обеспечьте доступ к подвеске.

Шаг 2. Определение необходимой длины

Проверьте текущую длину подвеса и сравните её с требуемым значением.

Определите количество материала, которое необходимо удалить, чтобы достичь заданной длины.

Шаг 3. Обрезка подвески

Используя специальный инструмент (углошлифовальная машина, дисковая пила по металлу, ленточнопильные станки, ножовка по металлу или т.п.), аккуратно обрежьте лишнюю длину подвеса.

Убедитесь, что разрез ровный и гладкий, чтобы избежать повреждений измерительного элемента.

Шаг 4. Проверка работоспособности

Закрепите подвеску обратно в уровнемере.

Включите питание устройства и проверьте правильность показаний.



ВНИМАНИЕ!

Максимальная масса буйка с подвесом не должна превышать значение, указанное в паспорте на преобразователь.

Примечания:

- После изменения длины подвеса необходимо выполнить корректировку веса сухого буйка одним из способов, описанных выше.
- Регулярно проверяйте состояние подвеса и проводите профилактическое обслуживание для предотвращения поломок.
- Соблюдение вышеуказанных рекомендаций позволит поддерживать точность и надежность работы буйкового уровнемера.

2.8 Пределы массы буйка при нестандартной установке

Масса буйка является важным параметром, определяющим диапазон измерения и чувствительность устройства.

2.8.1 Типичные пределы масс буйков:

Минимальная масса: буйк должен иметь достаточную массу, чтобы уверенно удерживаться в нижней части резервуара при отсутствии жидкости и обеспечивать четкий сигнал начала подъема. Минимальные массы варьируются в зависимости от диаметра подвеса (параметров цепи), длины измерительной линии и глубины установки. Как правило, минимальная масса составляет около 0,5 кг.

Максимальная масса: стандартный уровнемер рассчитан на массу буйка 2,2 кг. Для замены буйка следует использовать буюк такой же массы.

По специальному заказу возможно изготовить уровнемер под буюк массой до 10 кг.

2.8.2 Факторы, влияющие на выбор массы буйка.

- Тип жидкости: плотность жидкости влияет на плавучесть буйка. Чем ниже плотность жидкости, тем больше должна быть масса буйка для надежного измерения.
- Диапазон измерений: большее расстояние требует большей прочности элементов подвеса и соответственно ограничивает максимальную массу буйка.
- Условия окружающей среды: высокая температура, давление и агрессивные химические вещества могут влиять на долговечность материалов буйка и уровнемера.

2.9 Замена буйка

Замена буйка буйкового уровнемера представляет собой процесс технического обслуживания оборудования, предназначенного для измерения уровня жидкости в резервуаре или емкости.

Процесс замены буйка включает несколько этапов:

2.9.1 Подготовка к замене

Перед началом работ обязательно отключите питание уровнемера, чтобы избежать травмирования персонала электрическим током.

Если устройство установлено внутри резервуара, обеспечьте свободный доступ к нему, открыв люки или клапаны.

По возможности осушите резервуар, чтобы минимизировать риск пролива жидкости и обеспечить безопасность персонала.

2.9.2 Демонтаж старого буйка

Откройте корпус уровнемера, аккуратно отсоединяя крепежные элементы.

Аккуратно извлеките старый буюк.

Проверьте состояние креплений, штоков и других элементов преобразователя. При обнаружении износа или повреждений замените соответствующие части.

2.9.3 Установка нового буйка

Убедитесь, что новый буйек соответствует требованиям эксплуатации и имеет необходимые характеристики (массу, размеры).

Установите новый буйек. Закрепите его на месте, используя предусмотренные крепежные элементы.

После установки убедитесь, что крепление надежно зафиксировано, и закройте корпус уровнемера.

Введите геометрические параметры буйка в блок электронный, выполните конфигурирование прибора по месту эксплуатации.

2.9.4 Проверка работоспособности

Включите подачу электроэнергии к устройству.

Проведите тестирование уровнемера, проверяя правильность показаний уровня жидкости при изменении объема в резервуаре.

По завершении всех операций очистите рабочее пространство, удалив остатки старой прокладки, смазочных материалов и мусора. Убедитесь, что оборудование работает исправно и безопасно.

Примечание — соблюдение правильной процедуры замены позволит сохранить точность измерений и продлить срок службы оборудования.

Таким образом, замена буйка позволяет поддерживать точность измерений и надежность оборудования для автоматического контроля уровня жидкостей. Если возникают трудности или сомнения в правильности установки, рекомендуется обратиться к специалистам сервисных служб производителя оборудования.

2.10 Возможные неисправности и методы их устранения

Таблица 8

Наименование неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
1. Выходной сигнал отсутствует. Отсутствуют показания на дисплее.	Обрыв в линии питания и связи.	1. Проверить наличие питания на клеммах. 2. Найти и устранить обрыв.
2. Отсутствуют показания на дисплее.	Неисправен дисплей.	Заменить блок электроники.
3. Отсутствует цифровая связь по HART протоколу	1. Неисправен HART-модем в преобразователе. 2. Недостаточное сопротивление HART-резистора.	1. Заменить блок электроники. 2. Изменить сопротивление HART-резистора на рекомендованное.
4. Выходной сигнал непрерывно уменьшается, чувствительность уровнемера к изменению уровня падает.	Нарушена герметичность буйка и контролируемая жидкость попадает во внутреннюю полость буйка	Заменить буйек или обнаружить место негерметичности и устранить её.

Перечень критических отказов, возможных ошибок персонала, приводящих к аварийным режимам оборудования, и действий, предотвращающих указанные ошибки, представлен в таблице 9.

Таблица 9

Наименование неисправности	Методы устранения
Повреждение оболочки кабельного ввода/повреждение резьбовых соединений кабельного ввода	Необходимо отключить изделие от сети и устранить неисправности путем замены поврежденного кабельного ввода
Нарушение герметичности корпуса изделия	Необходимо отключить изделие от сети и вывести его из эксплуатации, затем связаться с изготовителем
Нарушение целостности чувствительного элемента	Необходимо отключить изделие от сети и вывести его из эксплуатации, затем связаться с изготовителем

Для исключения ошибок персонала необходимо выполнять требования настоящего РЭ и Правил устройства электроустановок. В случае аварии и неисправности оборудования, обслуживающий персонал действует по схеме ликвидации последствий, принятой в эксплуатирующей организации.

2.10.1 Параметры предельных состояний

Преобразователь необходимо вывести из эксплуатации по достижении предельного состояния или при возникновении критического отказа оборудования.

Предельное состояние оборудования характеризуется недопустимыми повреждениями, предельным износом деталей или сборочных единиц, при которых становится небезопасной эксплуатация оборудования, необходима замена или ремонт.

К предельным состояниям преобразователя относятся:

- деформации, видимые повреждения, препятствующие нормальному функционированию;
- разрушение основных материалов, коррозионные повреждения;
- неисправность комплектующих изделий, замена которых на объекте не предусмотрена эксплуатационной документацией на изделие;
- достижение назначенного срока службы.

Необходимый и достаточный уровень надежности обеспечивается за счет применения сертифицированного оборудования, поддержания его в работоспособном состоянии, соблюдения режимов эксплуатации, своевременного проведения технического обслуживания.

2.10 Меры безопасности при эксплуатации

2.10.1 Источниками опасности при эксплуатации преобразователя являются электрический ток и избыточное давление измеряемой среды.

2.10.2 Безопасность эксплуатации обеспечивается герметичностью преобразователя и надежностью его крепления при монтаже на объекте.

2.10.3 Перед монтажом/демонтажом преобразователя необходимо снизить давление в резервуаре до атмосферного и осушить резервуар (снизить уровень измеряемой среды ниже расположения буйка).

2.10.4 Перед подключением преобразователя к источнику электропитания проверить надежность заземления.

2.10.5 Действия в экстремальных ситуациях

2.10.5.1 Материалы и покрытия, применяемые при изготовлении преобразователей, не могут быть источником пожара и не поддерживают горение.

2.10.5.2 При соблюдении правил эксплуатации, приведенных в настоящем РЭ, преобразователь не может быть источником возникновения аварийной ситуации.

2.10.5.3 В случае возникновения экстремальных ситуаций при эксплуатации преобразователя, например, при превышении максимального рабочего давления, необходимо действовать согласно инструкциям, принятым в эксплуатирующей организации.

2.10.5.4 При эксплуатации преобразователя все действия, совершаемые с преобразователем или его составными частями (прием-передача изделия при эксплуатации, сведения о хранении, консервации и расконсервации, периодическом контроле основных технических характеристик, неисправностях при эксплуатации) необходимо вносить в соответствующие разделы паспорта.

2.10.5.5 Запрещается эксплуатация преобразователя при нарушении герметичности уплотнений.

2.10.5.6 Запрещается эксплуатация преобразователя при нарушении целостности заземления резервуара.

3 Техническое обслуживание изделия

3.1 Надёжность и правильность работы преобразователей могут быть обеспечены при условии их эксплуатации согласно настоящему РЭ.

3.2 Преобразователи обеспечивают возможность непрерывной работы периодами по 8000 ч без непосредственного местного обслуживания и контроля. В промежутках между указанными периодами проводятся регламентные работы в объеме, указанном в настоящем РЭ.

3.3 К техническому обслуживанию преобразователей допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, обученные правилам техники безопасности и изучившие инструкцию по технике безопасности, утвержденную в установленном порядке руководством эксплуатационных служб, и изучившие настоящее РЭ.

3.4 Меры безопасности

3.4 Перед проведением технического обслуживания внешним осмотром проверить герметичность преобразователя.

3.4.1 Перед началом работ по техническому обслуживанию отключить источник электропитания преобразователя. Защитное заземление корпуса изделия не отключать.

3.5 Порядок технического обслуживания изделия

3.5.1 Техническое обслуживание при хранении включает в себя учет времени хранения и соблюдение правил хранения в соответствии с требованиями, указанными в разделе 5.

3.5.2 При эксплуатации преобразователя периодически проводятся регламентные работы с целью обеспечения его нормального функционирования в течение назначенного срока службы.

3.5.3 Виды регламентных работ приведены в таблице 10.

Таблица 10

Наименование проводимых работ	Примечание
Внешний осмотр	0,03 чел./ч
Удаление внешних загрязнений	0,05 чел./ч
Проверка наличия крепежных деталей	0,02 чел./ч
Очистка разъемов	0,1 чел./ч
Проверка состояния наружного заземления составных частей	0,1 чел./ч
Проверка работоспособности	0,1 чел./ч

3.5.4 При проведении внешнего осмотра проверяют:

- чёткость маркировки и её соответствие требованиям соответствующего раздела РЭ;
- целостность кабелей связи (отсутствие видимых резких загибов, замыканий, которые могут привести к нарушению целостности электрических цепей и их изоляции);
- правильность оформления паспорта (в разделе изменений, если они имеются, должны быть сделаны соответствующие записи);
- отсутствие механических повреждений.

3.5.5 Удаление внешних загрязнений при необходимости проводят с помощью ветоши, щётки или кисти, используя специальные моющие растворы (воду с добавлением поверхностно-активных веществ (ПАВ) от 0,1 % до 0,5 %), а также растворы уксусной или щавелевой кислот, полученные растворением 100 г кислоты в 10 л воды.

Допускается использовать другие средства, применение которых предусмотрено нормативно-техническими документами, действующими в условиях заказа.

3.5.6 Проверка наличия крепежных деталей осуществляется внешним осмотром. При необходимости крепления подтянуть.

3.5.7 Проверка крепления кабелей преобразователя выполняется в следующей последовательности:

- отключить электропитание;
- снять крышку кабельной коробки;
- проверить надежность крепления проводов, слегка потянув за них;
- установить крышку кабельной коробки.

3.5.8 Состояние наружного заземления проверить внешним осмотром – места заземления: заземляющие винты должны быть затянутыми, место присоединения заземляющего проводника должно быть тщательно зачищено. При необходимости заземляющие винты и место присоединения заземляющего проводника очистить и смазать консистентной смазкой.

4 Консервация (расконсервация, переконсервация)

4.1 Преобразователи подлежат поставке потребителю без проведения консервации. Консервация составных частей преобразователей проводится только при поставке преобразователей с приемкой РМРС, на экспорт и по специальному требованию потребителя в соответствии с условиями договора поставки.

4.2 Консервация составных частей преобразователей проводится с помощью статического осушения воздуха с применением чехлов из полимерных пленок с размещением в них силикагеля по ГОСТ 3956. Вариант защиты ВЗ-10 в соответствии с ГОСТ 9.014.

4.3 Методы и средства консервации и упаковки обеспечивают сохранность составных частей преобразователя (кроме одиночного комплекта ЗИП) в течение 5 лет без переконсервации. По истечении 5 лет составные части преобразователя, законсервированные по варианту защиты ВЗ-10, подлежат переконсервации.

4.4 Переконсервация составных частей преобразователя, законсервированных по варианту ВЗ-10, заключается в частичном вскрытии внутренней упаковки и замене осушителя с последующей герметизацией внутренней упаковки.

4.5 Расконсервация составных частей преобразователя, законсервированных по варианту защиты ВЗ-10, заключается в разгерметизации тары, удалении изоляционных тканей, снятии полимерного чехла и удалении мешочков с силикагелем.

5 Хранение

5.1 Преобразователи и их составные части следует хранить под навесом или в помещениях, где колебания температуры и влажности несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе.

5.2 Составные части преобразователей на складе должны размещаться комплектно. Товаросопроводительная и эксплуатационная документация должна храниться вместе с преобразователями.

5.3 Возможность дальнейшего увеличения срока хранения должна быть согласована с предприятием-изготовителем по результатам ревизии, производимой за счет потребителя.

5.4 Гарантийный срок эксплуатации составляет 24 месяца с момента установки преобразователей на действующем объекте в пределах гарантийного срока хранения или определяется условиями договора; для экспортных исполнений преобразователей — 12 месяцев. Он может быть продлён на срок, согласованный с заказчиком; в этом случае гарантийный срок указывается в паспорте преобразователя.

5.5 Гарантийный срок эксплуатации преобразователей, предназначенных для эксплуатации на ОИАЭ, составляет 36 месяцев с момента установки преобразователей на действующем объекте в пределах гарантийного срока хранения.

5.6 В течение гарантийного срока предприятие-изготовитель производит безвозмездную замену отказавших преобразователей.

5.7 Гарантийный срок хранения преобразователей 36 месяцев с даты изготовления или иной срок в соответствии с договором поставки.

6 Транспортирование

6.1 Транспортирование преобразователей в упаковке предприятия-изготовителя осуществляется в крытом транспорте любого вида, в том числе и на самолетах.

6.2 При перевозке ящиков с преобразователями в контейнерах способ укладки ящиков должен исключать возможность их перемещения внутри контейнера.

7 Утилизация

7.1 Материалы и комплектующие преобразователей, используемые при изготовлении преобразователей, до ввода в штатную эксплуатацию не оказывают химического, термического, электромагнитного и биологического воздействия на окружающую среду и не требуют применения средств защиты окружающей среды от указанных воздействий.

7.2 Мероприятия по утилизации преобразователей после окончания их эксплуатации определяются потребителем.

Приложение А

Указания по оформлению заказа преобразователей

Формирование кода заказа на преобразователь уровня буйковый

Преобразователь уровня буйковый

ТЭК-ЭМБУ - ЦС - В - ФТ / 100/16/В - 1,5 - 2000/1500 - 16 - В160 - 316L - О - 900/1,6/80 - Н - О ГРВТ.407612.002 ТУ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

1 Вид выходного сигнала

- АЦ выходной сигнал в виде силы постоянного электрического тока, линейно изменяющейся в диапазоне от 4 до 20 мА пропорционально уровню измеряемой среды, и дополнительный цифровой выходной сигнал (указать вне кода заказа HART, Profibus PA, Fieldbus Foundation, или аналогичный)
- ЦС цифровой выходной сигнал по интерфейсу RS-485 и два дополнительных релейных выходных сигнала с одной группой переключающих контактов

2 Назначение

- В измерение верхнего уровня
- Р измерение уровня раздела сред (необходимо указать плотности нижней и верхней сред в пункте 11)

3 Способ присоединения

- ФС фланцевое по ГОСТ 12815-80
- ФТ фланцевое по ГОСТ 33259
- ФЕ фланцевое по EN 1092-1
- ФД фланцевое по DIN 2526
- ФА фланцевое по ANSI/ASME B16.5
- СС свободный фланец по ГОСТ 12815-80
- СТ свободный фланец по ГОСТ 33259
- СЕ свободный фланец по EN 1092-1
- СД свободный фланец по DIN 2526
- СА свободный фланец по ANSI/ASME B16.5
- НМ резьбовое, наружная метрическая резьба
- НТ резьбовое, наружная трубная цилиндрическая резьба G
- НК резьбовое, наружная коническая дюймовая резьба NPT
- ГМ накидная гайка, метрическая резьба
- ГТ накидная гайка, трубная цилиндрическая резьба G
- ГК накидная гайка, коническая дюймовая резьба NPT
- Х специальное исполнение по согласованию (указать вне кода заказа)

4 Параметры подключения к процессу

- для фланцевых соединений:
 XX/XX/XX номинальный диаметр / номинальное давление / исполнение уплотнительной поверхности
Пример – 50/16/В
- для резьбовых соединений:
 XX размер и шаг резьбы

Пример – 27х1,5; 1”

- для приварных соединений:

XX наружный диаметр в миллиметрах или дюймах

Пример – 50; 2”

5 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений уровня (уровня раздела сред)

0,2	± 0,2 % диапазона измерений, не более
0,5	± 0,5 % диапазона измерений, не более
1,0	± 1,0 % диапазона измерений, не более
1,5	± 1,5 % диапазона измерений, не более

6 Глубина погружения / Диапазон измерений

XX/XX (указать необходимые значения в миллиметрах)

7 Максимальное рабочее давление, кгс/см²

выбирается из ряда 6, 10, 16, 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400

X специальное исполнение по согласованию (указать вне кода заказа)

8 Температура измеряемой среды

H196	от минус 196 °С до плюс 160 °С
B160	от минус 60 °С до плюс 160 °С
B250	от минус 60 °С до плюс 250 °С
B450	от минус 60 °С до плюс 450 °С

9 Материал преобразователя

304	сталь 08X18H10 (AISI 304)
321	сталь 12X18H10T (AISI 321)
316L	сталь 03X17H14M2 (AISI 316L)
316T	сталь 10X17H13M2T (AISI 316Ti)
304T	сталь AISI 304 с футеровкой PTFE
904	сталь 06XH28МДТ (AISI 904L)
276	сталь ХН65МВУ (C276 hastelloy)
BT1	сплав BT1-0
BT16	сплав BT16
X	специальное исполнение по согласованию (указать вне кода заказа)

10 Вид взрывозащиты

O	невзрывозащищенное исполнение
B	взрывонепроницаемая оболочка
I	искробезопасная электрическая цепь

11 Характеристики измеряемой среды

XX /	плотность среды*, кг/м³
XX /	рабочее давление, МПа
XX	рабочая температура, °С

12 Исполнение по типу монтажа

H	установка в емкости (без уровнемерной камеры)
B	с уровнемерной камерой (приложить заполненный опросный лист или код заказа на уровнемерную камеру)

* При измерении уровня раздела сред указываются значения плотностей и нижней и верхней сред.

13 Вид приемки

О	с приемкой ОТК
М	с приемкой РМРС
А	для ОАЭ

14 Класс безопасности по НП-001-15, НП-022-17 (поле заполняется при заказе изделия для применения на ОАЭ)

XX	2Н, 2НУ, 3Н, 3НУ, 4, 4Н
XX	2Н, 2НУ, 3Н, 3НУ, 4, 4Н

Альтернативная форма записи при заказе

Преобразователь уровня буйковый ТЭК-ЭМБУ-

АЦ-УР-ФТ/100/16/В-1,5-2000/1500-16-В160-321-И-1000-Н-ВК-П-О-ГП

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 15 16 18

1 Вид выходного сигнала	40 40 кгс/см ²	8 Температура контролируемой среды
АЦ аналоговый 4-20мА+ HART	63 63 кгс/см ²	Н196 -196 до +160°C
ЦС цифровой по интерфейсу RS-485 и два до- полнительных релейных выходных сигнала с одной группой переключающих контактов	100 100 кгс/см ²	В160 -60 до +160°C
2 Назначение	160 160 кгс/см ²	В250 -60 до +250°C
УР назначение: измерение верхнего уровня или одного раздела двух жидких сред	250 250 кгс/см ²	В450 -60 до +450°C
3 Тип подключения к процессу	400 400 кгс/см ²	9 Материал деталей, контактирующих со средой
ФС фланцевое по ГОСТ 12815-80		304 нержавеющая сталь AISI 304
ФТ фланцевое по ГОСТ 33259-2015		321 нержавеющая сталь 12Х18Н10Т/316/316L
ФЕ фланцевое по EN1092-1		316L нержавеющая сталь 03Х17Н14М3/316L
ФД фланцевое по DIN2501		316Т нержавеющая сталь 316Ti
ФА фланцевое по ANSI/ASME B16.5		304Т нержавеющая сталь AISI 304 с футеровкой PTFE
4 Параметры подключения к процессу		904 нержавеющая сталь 06ХН28МДТ/904
Для фланцевых соединений (пример: 50/16/В):		276 сплав ХН65МВУ
ХХ/ номинальный диаметр		ВТ1 сплав ВТ1
ХХ/ номинальное давление		ВТ16 сплав ВТ16
ХХ исполнение уплотнительной поверхности		10 Наличие и вид взрывозащиты
5 Предельная допускаемая основная абсолютная погрешность измерения		О невзрывозащищенное исполнение
0,2 не более ±0,2% диапазона измерений		В взрывонепроницаемая оболочка 1Ex db IIC T6... T1 Gb X
0,5 не более ±0,5% диапазона измерений		И искробезопасная электрическая цепь 0Ex ia IIC T6...T1 Ga X
1,0 не более ±1,0% диапазона измерений		11 Плотность рабочей среды, кг/м³
1,5 не более ±1,5% диапазона измерений		ХХ вместо ХХ указать плотность рабочей среды в кг/м ³ (не более 2000 кг/м ³)
6 Глубина погружения/диапазон измерения		12 Исполнение по типу монтажа
ХХ/ вместо ХХ указать глубину погружения в мм		Н установка в емкости
ХХ (не более 10100 мм)		Б с равномерной камерой
ХХ вместо ХХ указать диапазон измерения в мм (не более 10100 мм)		13 Кабельный ввод
7 Максимальное рабочее давление		ВК в комплекте кабельный ввод*
6 6 кгс/см ²		ЗГ отверстие под кабельный ввод М20х15 заглушено
10 10 кгс/см ²		
16 16 кгс/см ²		
25 25 кгс/см ²		

14 Тип кабельного ввода*

ВКН	M20x1,5 для небронированного кабеля 6,5...11,7мм
ВКНБ20	M20x1,5 для небронированного кабеля 6,9...13,9мм
ВКМ15	M20x1,5 для небронированного кабеля 6,5...11,7мм в металлорукаве Ду15
ВКМБ20	M20x1,5 для небронированного кабеля 6,9...13,9мм в металлорукаве Ду20
ВКМ20	M20x1,5 для небронированного кабеля 6,5...11,7мм в металлорукаве Ду20
ВКБДМ	M20x1,5 с двойным уплотнением для бронированного кабеля 9,5...15,9мм и диаметром без брони 6,1...11,7мм
ВКБДБ	M20x1,5 с двойным уплотнением для бронированного кабеля 12,5...20,9мм и диаметром без брони 6,5...13,9мм
ВКБМ20	M20x1,5 для бронированного кабеля 9...17мм и диаметром без брони 6...12мм в металлорукаве Ду20
ВКБМ25	M20x1,5 для бронированного кабеля 9...17мм и диаметром без брони 6...12мм в металлорукаве Ду25
ЗГ	отверстие под кабельный ввод M20x15 заглушено

* п.14 не указывается в коде заказа. Полное наименование (ВКН, ВКДБ и т.д.) будет указано в расшифровке

15 Геометрическое исполнение

Л	левое
П	правое

16 Вид приемки

О	с приемкой ОТК
М	с приемкой РМРС
Р	с приемкой РРР
А	для ОАЭ
Г	поставка с сертификатом применения в пищевой промышленности

17 X11 Класс безопасности по НП-001-15, НП-022-17, НП-016-05, НД2-020101-112

ХХ	указать необходимый класс из перечня 4, 4Н, 3, 3Н, 3НУ, 2Н, 2НУ (указывается при необходимости)
----	---

18 Госповерка

БГ	не требуется
ГП	с госповеркой (Российская Федерация)
ГПБ	с госповеркой (Республики Беларусь)
ГПК	госповерка (Республика Казахстан)

Приложение Б

Протокол информационного обмена по интерфейсу RS-485

Устройство для связи через последовательный порт использует протокол связи MODBUS фирмы GouldModicon.

Реализованы следующие функции:

- функция 1: получение текущего состояния одной или нескольких логических ячеек;
- функция 3: получение текущего значения одного или нескольких регистров хранения;
- функция 4: получение текущего значения одного или нескольких входных регистров;
- функция 5: изменение логической ячейки в состояние ON или OFF;
- функция 16: запись нескольких регистров хранения.

Режим передачи последовательного канала – 8, N, 1. Скорость обмена – 19200 б/с.

Форматы представления параметров в устройстве

В устройстве приняты следующие форматы для представления чисел:

а) UINT – 16-битное целое число, например 0x5412. Формат представления параметров UINT согласно таблице Б.1.

Таблица Б.1

Старший байт регистра	Младший байт регистра
0x54	0x12

б) SWFLOAT – 32-битное число с плавающей точкой одинарной точности. Формат представления параметров SWFLOAT согласно таблице Б.2.

Число типа S EEEEEEEE EAAAAAAAA BBBB BBBB CCCCCCCC

S – знаковый бит,

E – экспонента 8 бит,

ABC – мантисса 23 бита

Таблица Б.2

Регистр (N)		Регистр (N+1)	
Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт
BBBBBBBB	CCCCCCCC	SEEEEEEE	EAAAAAAAA

Функция 3: Получение текущего значения одного или нескольких регистров хранения

Запрос

Данная функция позволяет получить двоичное содержимое 16-ти разрядных регистров хранения адресуемого SL. Адресация позволяет получить за каждый запрос до 125 регистров. Регистры нумеруются с нуля.

Широковещательный режим не допускается.

В таблице Б.3 представлен пример запроса на чтение регистров 40001-40002 из SL с адресом 5.

Таблица Б.3

байт 1	байт 2	байт 3	байт 4	байт 5	байт 6	байт 7	байт 8
Адрес	Функция	Номер первого регистра		Число регистров для чтения (N)		CRC16	
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт
5	3	0	0	0	2	197	143

Ответ

Адресуемый SL посылает в ответе свой адрес, код выполненной функции и информационное поле. Информационное поле содержит 2 байта, описывающих количество возвращаемых байт данных. Длина каждого регистра данных – 2 байта. Первый байт данных в посылке является старшим байтом регистра, второй – младшим.

В таблице Б.4 представлен пример ответного сообщения на чтение регистров 40001-40002 имеющих содержимое, соответственно, 5 и 100, из SL с адресом 5.

Таблица Б.4

байт 1	байт 2	байт 3	байт 3	байт 4	байт 5	байт 6	байт 7	байт 8
Адрес	Функция	Количество байт в ответе	Регистр 30011		Регистр 30012		CRC16	
			Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт
5	3	4	0	5	0	100	174	25

Функция 4: Получение текущего значения одного или нескольких входных регистров

Запрос

Данная функция позволяет получить двоичное содержимое 16-ти разрядных входных регистров адресуемого SL. Адресация позволяет получить за каждый запрос до 125 регистров. Регистры нумеруются с нуля.

Широковещательный режим не допускается.

В таблице Б.5 представлен пример запроса на чтение регистров 30018-30021 из SL с адресом 1.

Таблица Б.5

байт 1	байт 2	байт 3	байт 4	байт 5	байт 6	байт 7	байт 8
Адрес	Функция	Номер первого регистра		Число регистров для чтения (N)		CRC16	
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт
1	4	0	17	0	4	161	204

Ответ

Адресуемый SL посылает в ответе свой адрес, код выполненной функции и информационное поле. Информационное поле содержит 2 байта, описывающих количество возвращаемых байт данных. Длина каждого регистра данных – 2 байта. Первый байт данных в посылке является старшим байтом регистра, второй – младшим.

В таблице Б.6 представлен пример ответного сообщения на чтение регистров 30011-30014, имеющих содержимое, соответственно, 100, 24, 0, 1000, из SL с адресом 1.

Таблица Б.6

байт 1	байт 2	байт 3	байт 3	байт 4	байт 5	байт 6
Адрес	Функция	Количество байт в ответе	Регистр 30011		Регистр 30012	
			Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт
1	4	8	0	100	0	24
байт 7	байт 8	байт 9	байт 10	байт 11	байт 12	
Регистр 30013		Регистр 30014		CRC16		
Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	
0	0	3	232	33	119	

Функция 16: Запись нескольких регистров хранения

Запрос

Данное сообщение меняет содержимое любого регистра хранения опрашиваемого контроллера. Неиспользуемые старшие биты адреса регистра должны заполняться нулями. Если используется адрес SL равный 0, то содержимое поля данных записывается во все устройства, подключенные к шине (широковещательный режим).

В таблице Б.7 дан пример записи в SL с номером 5 двух регистров 40001, 40002 значениями 5 и 100.

Таблица Б.7

байт 1	байт 2	байт 3	байт 4	байт 5	байт 6	байт 7
Адрес	Функция	Номер первого регистра		Число регистров для записи (N)		Количество байт в поле данных
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	
5	16	0	0	0	2	4
байт 8	байт 9	байт 10	байт 11	байт 12	байт 13	
Регистр 40001	Регистр 40002	CRC16				
Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	
0	5	0	100	247	117	

Ответ

Нормальное ответное сообщение (таблица Б.8) возвращает адрес SL, функцию, адрес первого регистра и количество записанных регистров.

Таблица Б.8

байт 1	байт 2	байт 3	байт 4	байт 5	байт 6	байт 7	байт 8
Адрес	Функция	Номер первого регистра		Число регистров для чтения (N)		CRC16	
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт
5	16	0	0	0	2	64	76

Список регистров протокола ModBus преобразователей

Список входных регистров представлен в таблице Б.9.

Таблица Б.9

Адрес 1	Адрес 2	Наименование параметра	Размер поля	Формат данных
300001	300002	Уровень, % диапазона измерений	2	SWFLOAT
300003	300004	Уровень, мм	2	SWFLOAT
300006		Байт состояния прибора	1	UINT
300008		Заводской номер	1	UINT
300010		Заводской номер	1	UINT
300011	300012	Диапазон измерений	1	SWFLOAT

Список регистров хранения представлен в таблице Б.10.

Таблица Б.10

Адрес 1	Адрес 2	Наименование параметра	Размер поля	Формат данных
400001		Сетевой адрес	1	UINT
Калибровочные коэффициенты выходного сигнала 4 - 20 мА				
400010	400011	A0	2	SWFLOAT
400012	400013	A1	2	SWFLOAT
400014	400015	A2	2	SWFLOAT
400016	400017	$H_{\min}$	2	SWFLOAT
400018	400019	$H_{\max}$	2	SWFLOAT

Протокол информационного обмена по стандарту

HART версия 7

Универсальные команды HART:

- Команда 0: Чтение идентификатора HART-устройства;
- Команда 1: Чтение первой переменной;
- Команда 2: Чтение значения тока и диапазона;
- Команда 3: Чтение значения тока и динамических переменных;
- Команда 6: Запись короткого HART-адреса, режим воспроизведения
токового сигнала;
- Команда 7: Чтение короткого HART-адреса, режим воспроизведения
токового сигнала;
- Команда 8: Чтение классификации динамических переменных;
- Команда 9: Чтение переменных устройства со статусом;
- Команда 11: Чтение: Ассоциация устройства с меткой;
- Команда 12: Чтение сообщения;
- Команда 13: Чтение метки, описания и даты;
- Команда 14: Чтение информации об устройстве первой переменной;
- Команда 15: Чтение информации об устройстве;
- Команда 16: Чтение итогового сборочного номера;
- Команда 17: Запись сообщения;
- Команда 18: Запись метки, описания и даты;
- Команда 19: Запись итогового сборочного номера;
- Команда 20: Чтение большой метки;
- Команда 21: Чтение: Ассоциация устройства с большой меткой;
- Команда 22: Запись большой метки;
- Команда 38: Сброс: флаг изменения конфигурации;

Поддерживаемые общие команды HART 7:

- Команда 33: Чтение переменных прибора;
- Команда 34: Запись времени установления первой переменной HART;

- Команда 35: Запись диапазона первой переменной (для воспроизведения выходного тока);
- Команда 36: Установка верхнего значения первой переменной (для воспроизведения выходного тока);
- Команда 37: Установка нижнего значения первой переменной (для воспроизведения выходного тока);
- Команда 40: Запись фиксированного тока;
- Команда 41: Выполнение самотестирования;
- Команда 42: Выполнение рестарта;
- Команда 43: Установка нуля первой переменной;
- Команда 44: Запись единицы измерения для первой переменной;
- Команда 45: Калибровка нижнего значения тока;
- Команда 46: Калибровка верхнего значения тока;
- Команда 50: Чтение назначения переменных HART;
- Команда 51: Запись назначения переменных HART;
- Команда 52: Установка нуля переменной;
- Команда 53: Запись единицы измерения для переменной;
- Команда 54: Чтение информации о переменной прибора;
- Команда 55: Запись времени установления переменной;
- Команда 59: Запись количества преамбул в ответе;
- Команда 60: Чтение аналогового канала;
- Команда 63: Чтение информации об аналоговом канале;
- Команда 64: Запись времени установления аналогового сигнала;
- Команда 70: Чтение конечного значения аналогового канала;
- Команда 79: Запись значения переменной;
- Команда 80: Чтение точки калибровки для переменной;
- Команда 81: Чтение диапазонов для точек калибровки для переменной;
- Команда 82: Запись точки калибровки для переменной;
- Команда 83: Сброс точки калибровки для переменной;
- Команда 95: Чтение статистики обмена;
- Команда 523: Чтение отображения на обобщённые состояния;
- Команда 524: Запись отображения на обобщённые состояния;

- Команда 525: Сброс отображения на обобщённые состояния;
- Команда 526: Запись режима симуляции состояний;
- Команда 527: Запись симуляции бита состояния;

Версия набора команд 2

Таблица 1: Карта переменных ТЭК-ЭМБУ

Название	Тип	Адрес HART (команда)	rw	Описание
Диаметр, мм	float	5	rw	Среднее значение диаметра буйка
Длина буйка, мм	float	8	rw	
Длина подвеса, мм	float	51	rw	
Высота резервуара(L_baza), мм	float	6	rw	Расстояние от привалочной плоскости фланца до дна резервуара
Масса буйка, г	float	15	rw	
Плотность жидкости или нижней среды, кг/м³	float	9	rw	
Плотность верхней среды, кг/м³	float	23	rw	При измерении верхнего уровня плотность воздуха
Конфигурация	UINT8	14	rw	"0" - Измерение уровня; "1" - Измерение раздела сред
Смещение, мм	float	54	rw	
Калибровочный коэффициент	float	19	r	
Уровень или уровень раздела сред, мм	float	18	r	
Дальность, мм	float	16	r	
Процент, %	float	42	r	
Температура	float	36	r	
Высота резервуара(L_baza)	float	43	r	
Статус	UINT16	20	r	"0" - Уровень в норме; "1" - Уровень ниже нижнего; "2" - Уровень выше верхнего; "3" - Обрыв буйка; "4" - Перегруз
Вытесняемая масса нижней средой, г	float	17	r	
Вытесняемая масса верхней средой, г	float	37	r	
Текущая масса, г	float	32	r	
Текущая масса корр., г	float	11	r	
Значение АЦП термометра	float	33	r	
Значение АЦП, тензопреобразователя	float	35	r	
Калибровочный коэффициент	float	50	r	
Объем груза, дм³	float	40	r	

Масса подставки, г	float	44	rw	
Код АЦП (500 г)	float	56	rw	
Код АЦП (600 г)	float	57	rw	
Код АЦП (700 г)	float	58	rw	
Код АЦП (800 г)	float	59	rw	
Код АЦП (900 г)	float	60	rw	
Код АЦП (1000 г)	float	61	rw	
Код АЦП (1100 г)	float	62	rw	
Код АЦП (1200 г)	float	63	rw	
Код АЦП (1300 г)	float	64	rw	
Код АЦП (1400 г)	float	65	rw	
Код АЦП (1500 г)	float	66	rw	
Код АЦП (1600 г)	float	67	rw	
Код АЦП (1700 г)	float	68	rw	
Код АЦП (1800 г)	float	69	rw	
Код АЦП (1900 г)	float	70	rw	
Код АЦП (2000 г)	float	71	rw	
Код АЦП (2100 г)	float	72	rw	
Код АЦП (2200 г)	float	73	rw	
Код АЦП (2250 г)	float	74	rw	
Минимальный вес, г	UINT16	52	rw	
Максимальный вес, г	UINT16	53	rw	
Код АЦП для ЧЭПТ при t= -60 град.	float	77	r	
Код АЦП для ЧЭПТ при t= 100 град.	float	78	r	
Coeff_0	float	22	rw	
Coeff_1	float	24	rw	
Coeff_2	float	25	rw	
Coeff_3	float	26	rw	
Coeff_4	float	27	rw	
Coeff_5	float	28	rw	
Coeff_6	float	29	rw	
Coeff_7	float	30	rw	
Coeff_8	float	31	rw	
Coeff_9	float	38	rw	

Дополнительные команды HART

Команда 150: чтение слотов INT₁₆

Осуществляет чтение от 1 до 12 слотов переменных int-16.

Таблица 2: Запросные данные

№ байта	Тип данных	Описание
0	byte	Адрес 1-ой запрашиваемой переменной int16
1	byte	Адрес 2-ой запрашиваемой переменной int16
2	byte	Адрес 3-ей запрашиваемой переменной int16
3	byte	Адрес 4-ой запрашиваемой переменной int16
4	byte	Адрес 5-ой запрашиваемой переменной int16
5	byte	Адрес 6-ой запрашиваемой переменной int16
6	byte	Адрес 7-ой запрашиваемой переменной int16
7	byte	Адрес 8-ой запрашиваемой переменной int16

Таблица 3: Ответные данные

№ байта	Тип данных	Описание
0	byte	Адрес 1-ой запрашиваемой переменной int16
1	int_16	Данные 1-ой запрашиваемой переменной int16
3	byte	Адрес 2-ой запрашиваемой переменной int16
4	int_16	Данные 2-ой запрашиваемой переменной int16
6	byte	Адрес 3-ей запрашиваемой переменной int16
7	int_16	Данные 3-ей запрашиваемой переменной int16
9	byte	Адрес 4-ой запрашиваемой переменной int16
10	int_16	Данные 4-ой запрашиваемой переменной int16
12	byte	Адрес 5-ой запрашиваемой переменной int16
13	int_16	Данные 5-ой запрашиваемой переменной int16
15	byte	Адрес 6-ой запрашиваемой переменной int16
16	int_16	Данные 6-ой запрашиваемой переменной int16
18	byte	Адрес 7-ой запрашиваемой переменной int16
19	int_16	Данные 7-ой запрашиваемой переменной int16
21	byte	Адрес 8-ой запрашиваемой переменной int16
22	int_16	Данные 8-ой запрашиваемой переменной int16

Команда **151**: запись слотов INT₁₆

Осуществляет запись от 1 до 8 слотов переменных int₁₆.

Таблица 4: Запросные данные

№ байта	Тип данных	Описание
0	byte	Адрес 1-ой записываемой переменной int ₁₆
1	int ₁₆	Данные 1-ой записываемой переменной int ₁₆
3	byte	Адрес 2-ой записываемой переменной int ₁₆
4	int ₁₆	Данные 2-ой записываемой переменной int ₁₆
6	byte	Адрес 3-ей записываемой переменной int ₁₆
7	int ₁₆	Данные 3-ей записываемой переменной int ₁₆
9	byte	Адрес 4-ой записываемой переменной int ₁₆
10	int ₁₆	Данные 4-ой записываемой переменной int ₁₆
12	byte	Адрес 5-ой записываемой переменной int ₁₆
13	int ₁₆	Данные 5-ой записываемой переменной int ₁₆
15	byte	Адрес 6-ой записываемой переменной int ₁₆
16	int ₁₆	Данные 6-ой записываемой переменной int ₁₆
18	byte	Адрес 7-ой записываемой переменной int ₁₆
19	int ₁₆	Данные 7-ой записываемой переменной int ₁₆
21	byte	Адрес 8-ой записываемой переменной int ₁₆
22	int ₁₆	Данные 8-ой записываемой переменной int ₁₆

Таблица 5: Ответные данные

№ байта	Тип данных	Описание
0	byte	Адрес 1-ой записываемой переменной int ₁₆
1	int ₁₆	Данные 1-ой записываемой переменной int ₁₆
3	byte	Адрес 2-ой записываемой переменной int ₁₆
4	int ₁₆	Данные 2-ой записываемой переменной int ₁₆
6	byte	Адрес 3-ей записываемой переменной int ₁₆
7	int ₁₆	Данные 3-ей записываемой переменной int ₁₆
9	byte	Адрес 4-ой записываемой переменной int ₁₆
10	int ₁₆	Данные 4-ой записываемой переменной int ₁₆

12	byte	Адрес 5-ой записываемой переменной int16
13	int_16	Данные 5-ой записываемой переменной int16
15	byte	Адрес 6-ой записываемой переменной int16
16	int_16	Данные 6-ой записываемой переменной int16
18	byte	Адрес 7-ой записываемой переменной int16
19	int_16	Данные 7-ой записываемой переменной int16
21	byte	Адрес 8-ой записываемой переменной int16
22	int_16	Данные 8-ой записываемой переменной int16

Команда **152**: запись слотов float

Осуществляет запись от 1 до 5 слотов переменных float. Чтение этих слотов осуществляется командой 33.

Таблица 6: Запросные данные

№ байта	Тип данных	Описание
0	byte	Адрес 1-ой записываемой переменной float
1	float	Данные 1-ой записываемой переменной float
5	byte	Адрес 2-ой записываемой переменной float
6	float	Данные 2-ой записываемой переменной float
10	byte	Адрес 3-ей записываемой переменной float
11	float	Данные 3-ей записываемой переменной float
15	byte	Адрес 4-ой записываемой переменной float
16	float	Данные 4-ой записываемой переменной float
20	byte	Адрес 5-ой записываемой переменной float
21	float	Данные 5-ой записываемой переменной float

Таблица 7: Ответные данные

№ байта	Тип данных	Описание
0	byte	Адрес 1-ой записываемой переменной float
1	float	Данные 1-ой записываемой переменной float

5	byte	Адрес 2-ой записываемой переменной float
6	float	Данные 2-ой записываемой переменной float
10	byte	Адрес 3-ей записываемой переменной float
11	float	Данные 3-ей записываемой переменной float
15	byte	Адрес 4-ой записываемой переменной float
16	float	Данные 4-ой записываемой переменной float
20	byte	Адрес 5-ой записываемой переменной float
21	float	Данные 5-ой записываемой переменной float

Команда **153**: чтение слотов float

Осуществляет чтение от 1 до 5 слотов переменных float.

Таблица 8: Запросные данные

№ байта	Тип данных	Описание
0	byte	Адрес 1-ой запрашиваемой переменной float
1	byte	Адрес 2-ой запрашиваемой переменной float
2	byte	Адрес 3-ей запрашиваемой переменной float
3	byte	Адрес 4-ой запрашиваемой переменной float
4	byte	Адрес 5-ой запрашиваемой переменной float

Таблица 9: Ответные данные

№ байта	Тип данных	Описание
0	byte	Адрес 1-ой запрашиваемой переменной float
1	float	Данные 1-ой запрашиваемой переменной float
5	byte	Адрес 2-ой запрашиваемой переменной float
6	float	Данные 2-ой запрашиваемой переменной float
10	byte	Адрес 3-ей запрашиваемой переменной float
11	float	Данные 3-ей запрашиваемой переменной float
15	byte	Адрес 4-ой запрашиваемой переменной float
16	float	Данные 4-ой запрашиваемой переменной float
20	byte	Адрес 5-ой запрашиваемой переменной float
21	float	Данные 5-ой запрашиваемой переменной float

Команда **158**: Чтение массива Int_16

Таблица 10: Запросные данные

№ байта	Тип данных	Описание
0	int_16	Индекс начальной точки
1		
2	byte	Смещение адреса между точками
3	byte	Количество точек (от 1 до 10 включительно)

Таблица 11: Ответные данные

№ байта	Тип данных	Описание
0	int_16	Индекс начальной точки
2	byte	Смещение адреса между точками
3	int_16	Данные 1-ой запрашиваемой точки int16
5	int_16	Данные 2-ой запрашиваемой точки int16
7	int_16	Данные 3-ей запрашиваемой точки int16
9	int_16	Данные 4-ой запрашиваемой точки int16
11	int_16	Данные 5-ой запрашиваемой точки int16
13	int_16	Данные 6-ой запрашиваемой точки int16
15	int_16	Данные 7-ой запрашиваемой точки int16
17	int_16	Данные 8-ой запрашиваемой точки int16
19	int_16	Данные 9-ой запрашиваемой точки int16
21	int_16	Данные 10-ой запрашиваемой точки int16

Команда **159**: Чтение массива float

Таблица 12: Запросные данные

№ байта	Тип данных	Описание
0	byte	Номер массива (0- первая производная; 1 — третья производная; 2 — режекторные фильтры)
1	int_16	Индекс начальной точки
2		
3	byte	Смещение адреса между точками
4	byte	Количество точек (от 1 до 5 включительно)

Таблица 13: Ответные данные

№ байта	Тип данных	Описание
0	byte	Номер массива
1	int_16	Индекс начальной точки
3	byte	Смещение адреса между точками
4	float	Данные 1-ой запрашиваемой точки
8	float	Данные 2-ой запрашиваемой точки
12	float	Данные 3-ей запрашиваемой точки
16	float	Данные 4-ой запрашиваемой точки
20	float	Данные 5-ой запрашиваемой точки

Команда **162**: Запуск внутренних программ

Таблица 14: Запросные данные

№ байта	Тип данных	Описание
0	byte	Код внутренней программы
1	byte	Резерв (параметры запуска)
2	byte	Резерв (параметры запуска)
3	byte	Резерв (параметры запуска)
4	byte	Резерв (параметры запуска)

Коды внутренних программ	Описание
39	Установить ноль
41	Вычислить плотность нижней среды при заполненном буйке
55	Вычислить плотность верхней среды при заполненном буйке
45	Вычислить плотность среды
46	Вычислить плотность верхней среды
47	Вычислить плотность нижней среды
129	Загрузить заводские настройки
130	Сохранить заводские настройки
90	Задать серийный номер
75	Установите сопротивление 38,1 Ом (t = -60 °C)
76	Установите сопротивление 69,8 Ом (t = 100 °C)
56	500 г
57	600 г
58	700 г
59	800 г
60	900 г

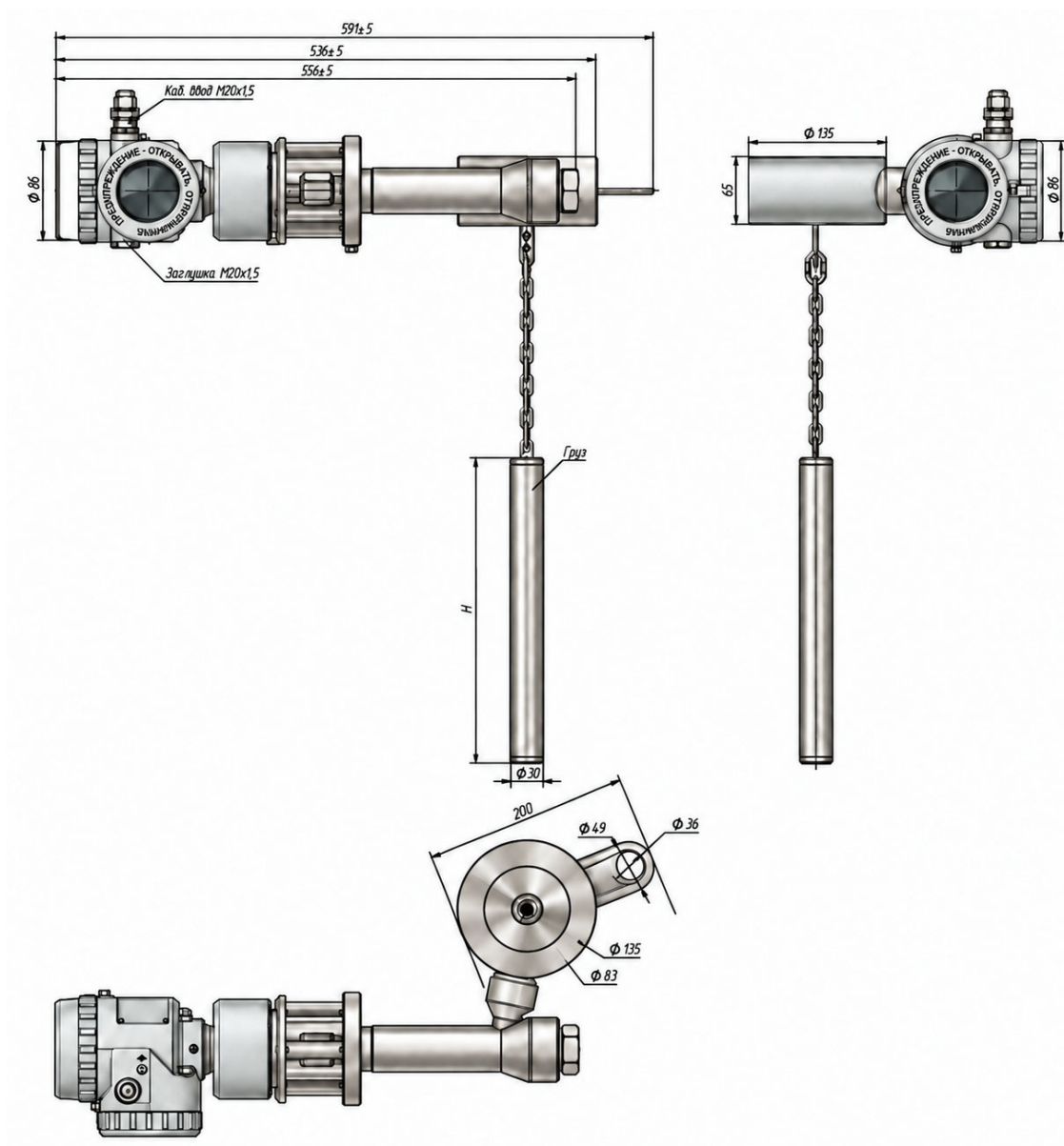
61	1000 г
62	1100 г
63	1200 г
64	1300 г
65	1400 г
66	1500 г
67	1600 г
68	1700 г
69	1800 г
70	1900 г
71	2000 г
72	2100 г
73	2200 г
74	2250 г

Таблица 15: Ответные данные

№ байта	Тип данных	Описание
0	byte	Код внутренней программы
1	byte	Результат выполнения

Приложение В

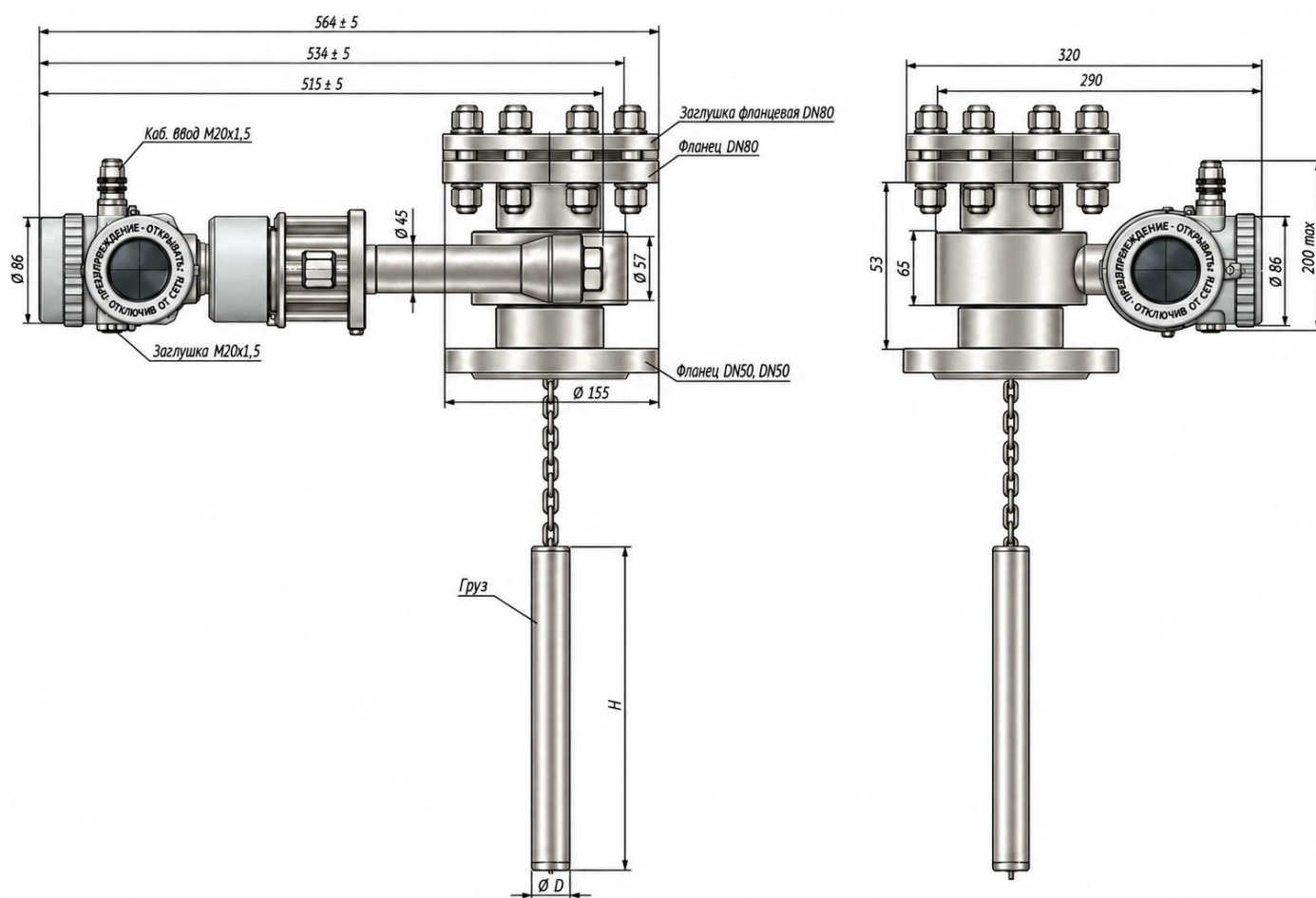
Габаритные и установочные размеры преобразователей



H - длина буйка
D - диаметр буйка

Масса преобразователя (без учета массы буйка) - 20 кг, не более.
Стандартная масса буйка 2,2 кг.

Рисунок В.1 – Габаритные и установочные размеры преобразователей со способом присоединения через проставочное кольцо. Правое подключение



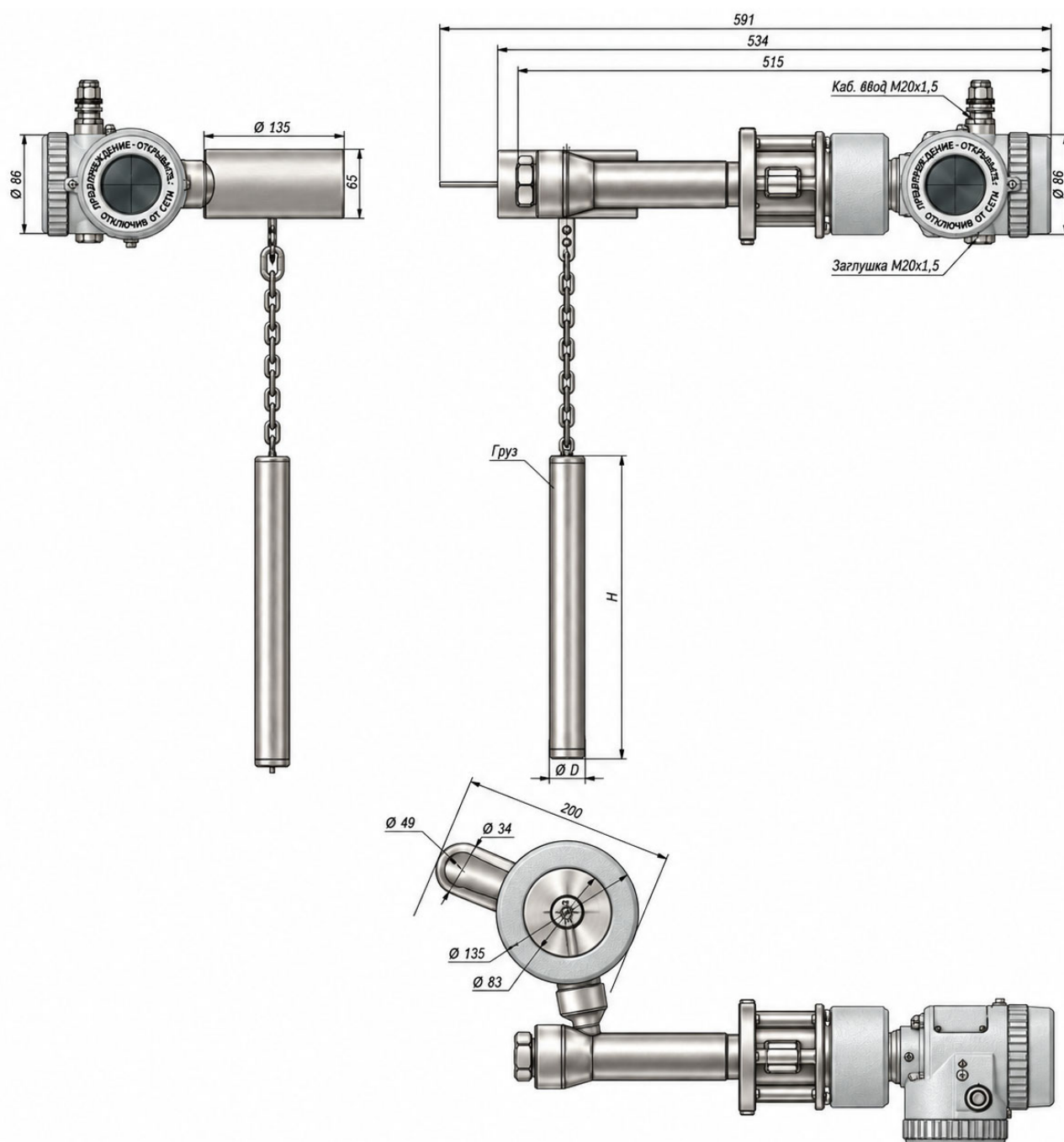
H - длина буйка
 D - диаметр буйка

Масса преобразователя (без учета массы буйка и фланцев) - 20 кг, не более.

Стандартная масса буйка 2,2 кг.

Массу фланцев см. в чертеже фланца при соответствующем заказе.

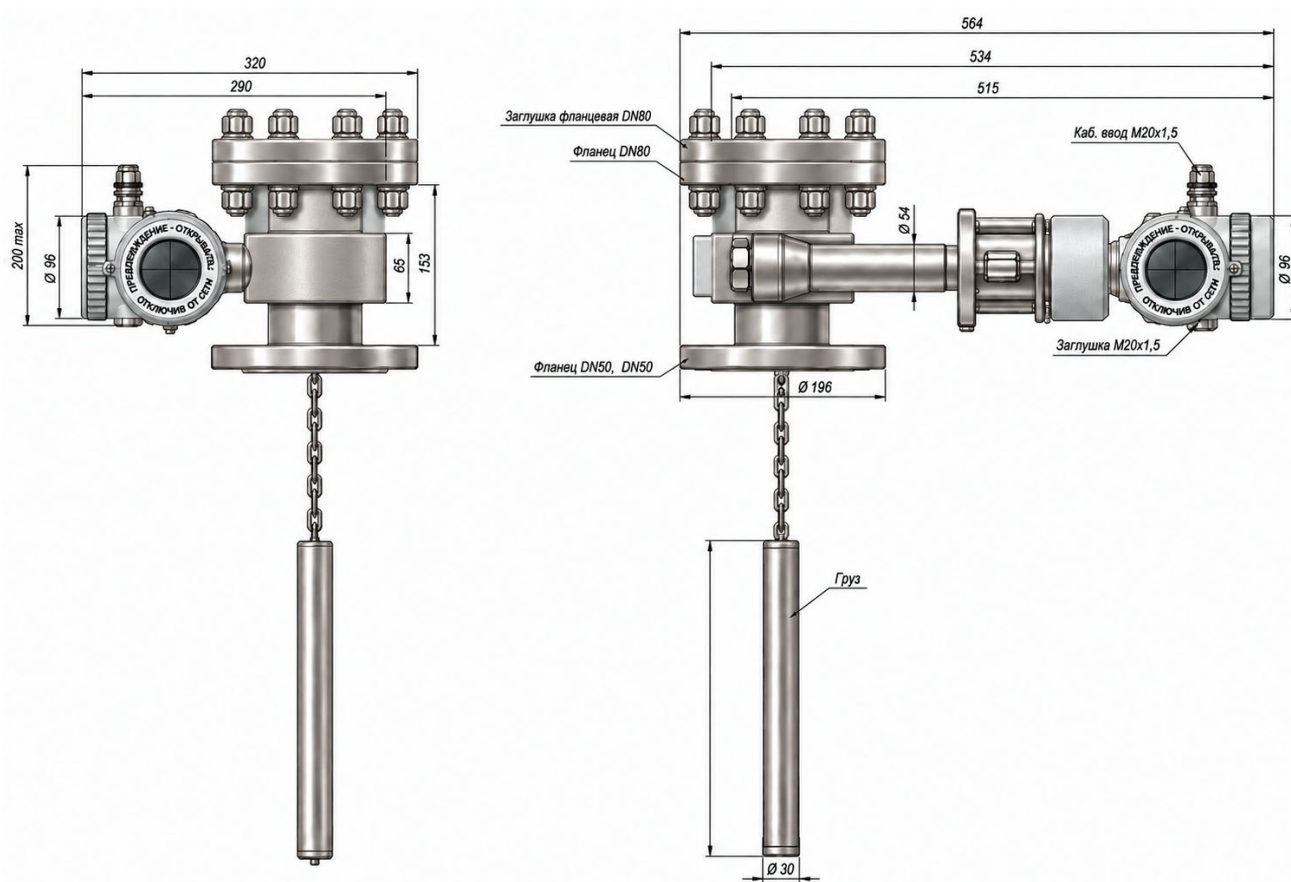
Рисунок В.2 – Габаритные и установочные размеры преобразователей со способом присоединения через фланец. Правое подключение



H - длина буйка
D - диаметр буйка

*Масса преобразователя (без учета массы буйка) - 20 кг, не более.
Стандартная масса буйка 2,2 кг.*

Рисунок В.3 – Габаритные и установочные размеры преобразователей со способом присоединения через проставочное кольцо. Левое подключение



H - длина буйка
D - диаметр буйка

Масса преобразователя (без учета массы буйка и фланцев) - 20 кг, не более.

Стандартная масса буйка 2,2 кг.

Массу фланца см. в чертеже фланца при соответствующем заказе.

Рисунок В.4 – Габаритные и установочные размеры преобразователей со способом присоединения через фланец. Левое подключение

Приложение Г

Схемы электрические подключения

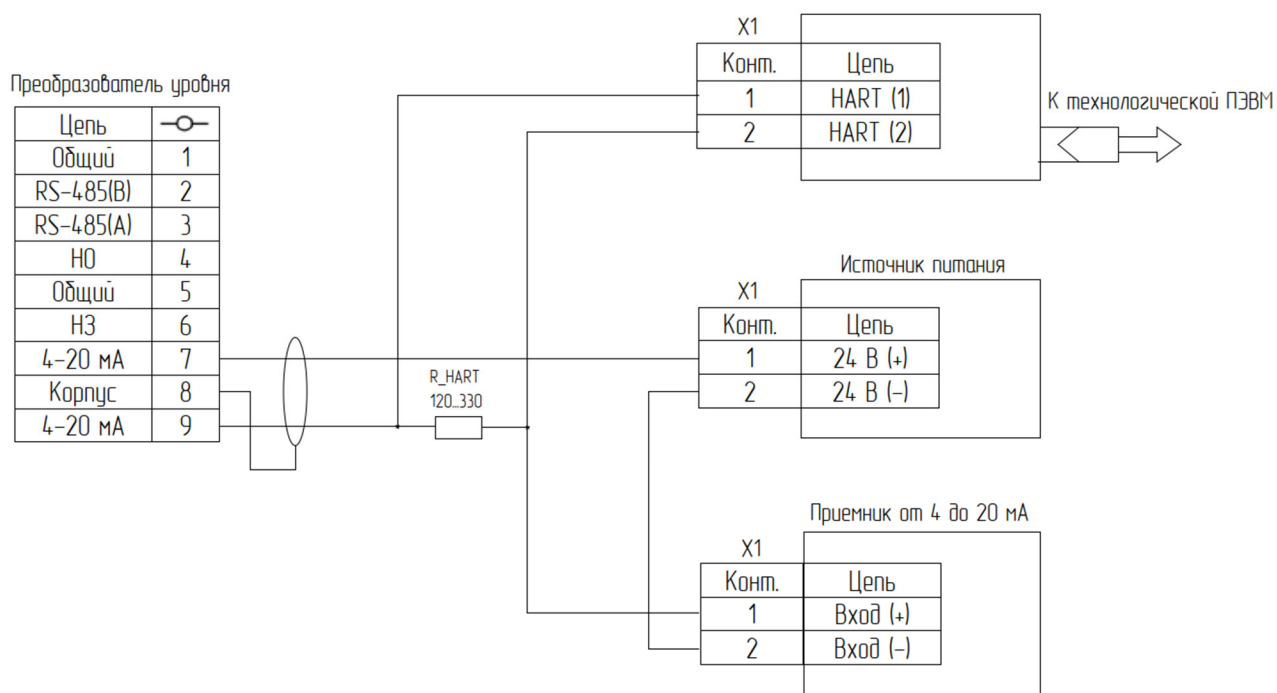


Рисунок Г.1 – Схема электрическая подключения преобразователя исполнения АЦ

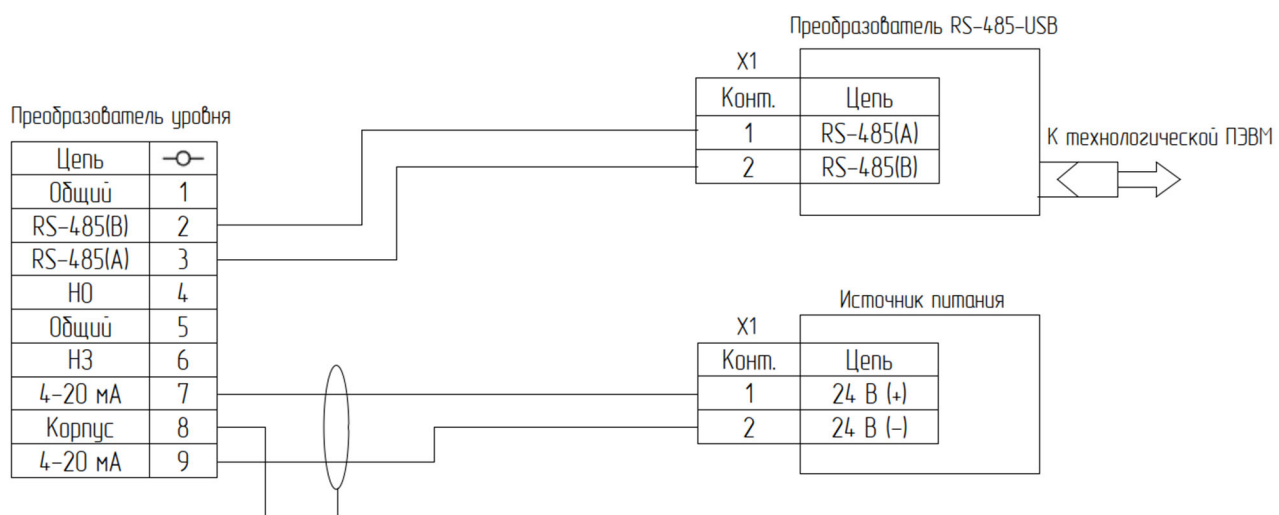


Рисунок Г.2 – Схема электрическая подключения преобразователя исполнения ЦС

Примечания

1 Кабели связи не входят в комплект поставки преобразователей, но могут быть поставлены по заказу.

2 Рекомендуемое сечение жил кабелей для внешних подключений 0,35; 0,50; 0,75; 1,00; 1,50 мм².

3 Выбор марки кабеля осуществляется проектантом заказа.

4 Наружный диаметр кабелей выбирается от 8 до 13 мм.

5 Линии рекомендуется проводить экранированной витой парой.

6 Кабель связи заземляется только со стороны преобразователя.

7 Подключение преобразователя во взрывозащищенном исполнении с видом взрывозащиты «искробезопасная цепь» осуществляется через барьер искрозащиты. Барьер искрозащиты должен исключать заземление экрана кабеля.



390046, Рязанская обл., г. Рязань,
ул. Маяковского, д. 1а, стр. 2
sales@tek-systems.ru
+7 (4912) 40-73-25
tek-systems.ru

