

ЭВ-200.000.
000.002.03РЭ
23.07.2024
V2.0.1



ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК РАСХОДОМЕРА-СЧЕТЧИКА ВИХРЕВОГО «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)» (РАСШИРЕННАЯ С ДВУХПРОВОДНОЙ СХЕМОЙ ПОДКЛЮЧЕНИЯ «Т»)

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Возможность
имитационной
поверки*

*ЖК дисплей с
магнитными
кнопками*

*Встроенная
самодиагностика*

*Подключение по
USB*

Интерфейс HART

*Питание от
токовой петли*

*Поддержка
NAMUR NE107
NAMUR NE43
NAMUR NA01*



EAC

www.emis-kip.ru

АО «ЭМИС»
Россия,
Челябинск

 **ЭМИС**
производство расходомеров

Электронный блок расходомеров-счетчиков вихревых «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)» (в дальнейшем «электронный блок») входит в состав расходомера-счетчика вихревого «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)» (в дальнейшем «расходомер-счетчик», «расходомер»).

Данное руководство предназначено для изучения устройства, работы, правил эксплуатации, технического обслуживания электронных блоков.

Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящем руководстве, приведён в **приложении А**.

Раздел информационная безопасность описан в пункте 9.2 «Система уровней доступа».

Любое использование материала настоящего издания, полное или частичное, без письменного разрешения правообладателя запрещается.

Изготовитель оставляет за собой право вносить изменения в конструкцию расходомера-счетчика, не ухудшающие его потребительских качеств, без предварительного уведомления.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ | 4 |
| 2 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ | 4 |
| 3 ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ | 5 |
| 4 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ | 7 |
| 5 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ | 7 |
| 5.1 СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ ВИДА «ИСКРОБЕЗОПАСНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ»..... | 7 |
| 5.2 СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ ВИДА «КОМБИНИРОВАННЫЙ» | 8 |
| 5.3 МОНТАЖ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ | 9 |
| 6 МОНТАЖ | 9 |
| 6.1 ТРЕБОВАНИЯ К МОНТАЖУ | 9 |
| 6.2 ПОВОРОТ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА..... | 9 |
| 6.3 РАЗЪЕМНОЕ ДИСТАНЦИОННОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА | 10 |
| 7. ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ, ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ СИГНАЛЫ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА | 10 |
| 7.1 ТРЕБОВАНИЯ ПО ЭЛЕКТРОПИТАНИЮ | 10 |
| 7.2 ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ СИГНАЛЫ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА | 11 |
| 7.3 ЧАСТОТНО-ИМПУЛЬСНЫЙ ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ (СТАНДАРТНЫЙ, NAMUR NA01)..... | 11 |
| 7.4 АНАЛОГОВЫЙ (ТОКОВЫЙ) ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ С ЦИФРОВЫМ ПРОТОКОЛОМ HART (СТАНДАРТНЫЙ, NAMUR NE43)..... | 16 |
| 7.5 ИНТЕРФЕЙС USB | 18 |
| 7.6 ИМИТАЦИОННЫЙ ВХОД..... | 18 |
| 8. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ (ЭЛЕКТРОМОНТАЖ) | 19 |
| 8.1 НЕОБХОДИМЫЙ ИНСТРУМЕНТ | 19 |
| 8.2 ТРЕБОВАНИЯ К СОЕДИНИТЕЛЬНОМУ КАБЕЛЮ | 19 |
| 8.3 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА..... | 19 |
| 9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ | 22 |
| 9.1 ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ | 22 |
| 9.2 СИСТЕМА УРОВНЕЙ ДОСТУПА | 22 |
| 9.3 УПРАВЛЕНИЕ С ПЛАТЫ ИНДИКАЦИИ | 23 |
| 9.4 ВЫЧИСЛЕНИЕ МАССОВОГО РАСХОДА..... | 26 |
| 9.5 ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА В СТАНДАРТНЫХ УСЛОВИЯХ..... | 27 |
| 9.6 НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА | 27 |
| 9.7 ФИЛЬТРАЦИЯ ВХОДНОГО СИГНАЛА | 28 |
| 9.8 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ | 34 |
| 9.9 ДИАГНОСТИКА (NAMUR NE107) | 36 |
| 9.10 СБРОС (ОБНУЛЕНИЕ) СЧЕТЧИКОВ | 38 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОЧНЫХ ДОКУМЕНТОВ | 39 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ЧЕРТЕЖ СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ РАСХОДОМЕРОВ | 41 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА | 45 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г. КАРТА МЕНЮ ИНДИКАТОРА | 48 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛА MODBUS | 58 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Е. ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛА «HART» | 74 |

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящее руководство содержит информацию о монтаже, подключении и настройке электронного блока.

Данное руководство предназначено для специалистов, ответственных за электрическое подключение, ввод в эксплуатацию, настройку и эксплуатацию расходомеров.

Расходомер предназначен для измерения объема и объемного расхода жидкостей и газов при рабочем давлении и рабочей температуре в различных отраслях промышленности и в системах коммерческого учета, в составе счетчиков газа и пара. Также расходомер позволяет вычислять массовый расход и объемный расход, приведенный к стандартным условиям, для жидкостей и газов по заданным значениям плотности в рабочих и стандартных условиях. Настройку выходного сигнала, на указанные выше параметры, заказчик выполняет самостоятельно. При выпуске прибора заводом-изготовителем выходные сигналы расходомера настраиваются на расход в рабочих условиях.

Подробная информация о принципе действия, технических и метрологических характеристиках представлена в руководстве по эксплуатации расходомера-счетчика вихревого «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)». Перечень руководств по эксплуатации расходомеров представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Перечень руководств по эксплуатации расходомеров

| Обозначение документа | Наименование |
|------------------------------------|--|
| ЭВ-200.000.000.000.00РЭ Часть 1 | Преобразователи расхода вихревые «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)» Модификации ЭВ-200 |
| ЭВ-200.000.000.000.00РЭ Часть 2 | Преобразователи расхода вихревые «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)» Модификации ЭВ-200-ППД |
| ЭВ-200.000.000.000.00РЭ Часть 3 | Преобразователи расхода вихревые «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)» Модификации ЭВ-205 |
| ЭВ-200.000.100.000.00РЭ Часть 1 | Расходомеры-счетчики вихревые «ЭМИС-ВИХРЬ 200» Модификации ЭВ-200 |
| ЭВ-200.000.100.000.00РЭ Часть 2 | Расходомеры-счетчики вихревые «ЭМИС-ВИХРЬ 200» Модификации ЭВ-200-ППД |
| ЭВ-200.000.100.000.00РЭ Часть 3 | Расходомеры-счетчики вихревые «ЭМИС-ВИХРЬ 200» Модификации ЭВ-205 |

Перед началом работы с электронным блоком необходимо:

– ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации электронного блока и руководством по эксплуатации расходомера-счетчика вихревого «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)» (см. **таблицу 1.1**);

– убедиться, что расходомер смонтирован в соответствии с руководством по эксплуатации расходомера;

– ознакомиться со стандартами организации и страны, в которой осуществляется эксплуатация расходомера;

2 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

К монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию расходомеров должны допускаться лица, изучившие настоящее РЭ и прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электротехническими устройствами.

Все операции по эксплуатации и поверке расходомеров необходимо выполнять с соблюдением требований по защите от статического электричества.

При проведении монтажных, пуско-наладочных работ и ремонта запрещается:

- производить замену компонентов при подключенном напряжении питания расходомера;
- подключать расходомер к источнику питания с выходным напряжением, отличающимся от указанного в настоящем РЭ;
- использовать электроприборы, электроинструменты без их подключения к шине защитного заземления, а также в случае их неисправности.

При проведении монтажных работ опасным фактором является напряжение питания переменного тока с действующим значением 220 В и выше, частотой 50 Гц (при расположении внешнего источника питания расходомера в непосредственной близости от места установки).

Эксплуатация расходомеров взрывозащищенного исполнения должна производиться согласно требованиям главы 7.3 ПУЭ и других нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

Перечень нормативно-технической документации, регламентирующей правила монтажа и эксплуатации расходомера, представлен в **таблице 2.1**.

Таблица 2.1 – Перечень нормативно-технической информации

| Обозначение | Наименование | Пункт |
|--------------------|--|----------------------|
| ГОСТ 31610.11-2014 | Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь i | 1.1, 1.5, 1.6, 2.4.2 |
| ГОСТ 31610.1-2012 | Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 1. Взрывонепроницаемые оболочки "D" | 1.1, 1.5, 2.4.2 |
| ГОСТ Р 52931-2008 | Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия | 1.3.1 |
| ГОСТ 15150-69 | Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды | 1.3.8 |
| ГОСТ 31610.0-2014 | Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 0. Общие требования | 1.5, 2.4.2 |
| ГОСТ 31610.17-2012 | Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок) | |
| ГОСТ 14254-2015 | Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP) | 1.5 |
| ПУЭ | Правила устройства электроустановок | 2.2, 2.4.2 |
| ПЭЭП | Правила эксплуатации электроустановок потребителей | 2.4.2 |

3 ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Расходомеры по методу измерения подразделяются на полнопроходные (ЭВ-200) и погружные (ЭВ-205). Полнопроходной расходомер (см. **рисунок 3.1**) состоит из проточной части (1) и электронного блока (2). Проточная часть представляет собой полый цилиндр, в поперечном сечении

которого установлено тело обтекания (3). За телом обтекания расположен чувствительный элемент (4) (сенсор). Электронный блок (2) крепится на цилиндре проточной части с помощью трубчатой стойки (5). Электронные платы размещены в электронном блоке.

Погружной расходомер (см. **рисунок 3.1**) состоит из датчика (6), штанги (7), приварного патрубка (8) и электронного блока (2). Датчик конструктивно выполнен как проточный вихревой расходомер и измеряет скорость потока в одной точке.

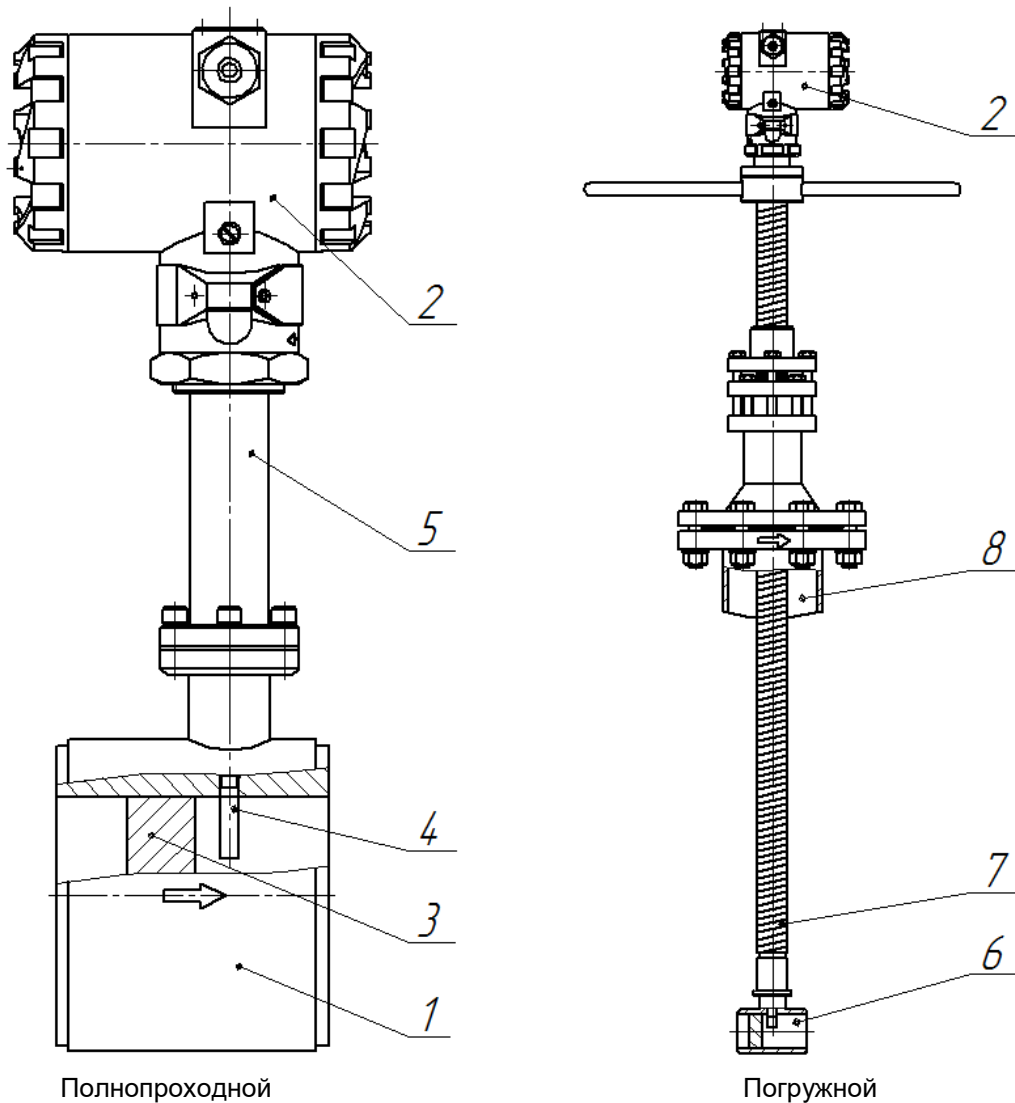


Рисунок 3.1 – Устройство расходомеров

По месту установки электронного блока расходомеры могут быть с совместным и дистанционным размещением проточной части и электронного блока. Внешний вид электронного блока дистанционного исполнения показан на **рисунке 3.2**.

В расходомере реализован метод измерения расхода, основанный на измерении частоты вихрей. В цилиндре проточной части установлено тело обтекания, которое вызывает образование вихрей в набегающем потоке измеряемой среды. Вихри распространяются попеременно вдоль и сзади каждой из сторон тела обтекания. Частота срыва вихрей с тела обтекания пропорциональна скорости потока среды, а, следовательно, пропорциональна объёмному расходу измеряемой среды. Эти завихрения вызывают колебания давления измеряемой среды по обе стороны крыла сенсора. Крыло передает пульсации давления на пьезоэлемент. Пьезоэлемент преобразует пульсации в

электрические сигналы. Электронный блок формирует выходные сигналы расходомера после усиления, фильтрации, преобразований и цифровой обработки сигнала.

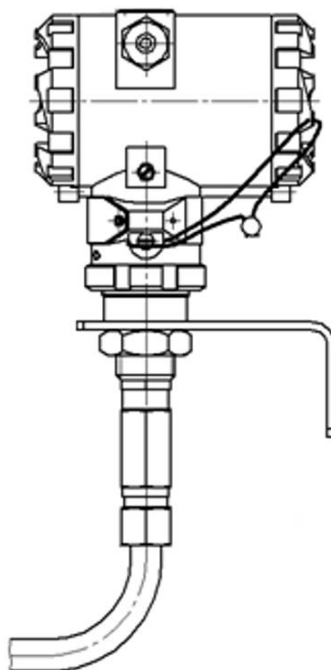


Рисунок 3.2 – Дистанционное исполнение электронного блока

4 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Электронный блок поставляется в составе расходомера. Требования к хранению и транспортированию расходомера указаны в руководстве по эксплуатации расходомера (см. *таблицу 1.1*).

5 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ

Описание взрывозащищенных исполнений расходомеров приведено в руководстве по эксплуатации расходомера (см. *таблицу 1.1*).

Взрывозащита прибора может осуществляться двумя способами:

- искробезопасная электрическая цепь
- комбинированный (искробезопасная электрическая цепь + оболочка)

5.1 Средства обеспечения взрывозащиты вида «искробезопасная электрическая цепь»

Взрывозащита вида «искробезопасная электрическая цепь» уровня «ib» / «ia» обеспечивается следующими средствами:

– внешнее подключение к токовому выходу должно осуществляться только от искробезопасного блока (барьера) с выходными цепями уровня «ib» или «ia» и электрическими параметрами, соответствующими требованиям ГОСТ 31610.11-2014 для искробезопасных цепей электрооборудования подгруппы IIB/IIС для расходомеров исполнений **ExB**, **ExC**, **ExiaB**, **ExiaC**; рекомендуется использовать активные искробарьеры с минимальным выходным напряжением при максимальном токе не ниже 16 В;

– подключение внешних устройств к частотному выходу расходомера должно осуществляться только через барьеры взрывозащиты с цепями уровня «ib» или «ia» и электрическими параметрами, соответствующими требованиям ГОСТ 31610.11-2014 для искробезопасных цепей электрооборудования подгруппы IIB/IIС для расходомеров исполнений **ExB, ExC, ExiaB, ExiaC**. При таком подключении все входные и выходные цепи являются искробезопасными.

Схема подключения расходомеров взрывозащищенных исполнений **ExB, ExC, ExiaB, ExiaC** с использованием барьеров искрозащиты представлена в **приложении В**.

Входные параметры цепи питания и цепей выходных сигналов расходомеров исполнений **ExB, ExC, ExiaB, ExiaC** приведены в **таблицах 5.1, 5.2**.

Таблица 5.1 – Искробезопасные входные параметры

| Наименование параметра | Значение параметра для цепи | |
|---|-----------------------------|----------------------------------|
| | токового сигнала | частотного / импульсного сигнала |
| Максимальное входное напряжение U_i , В | 30 | 30 |
| Максимальный входной ток I_i , А | 0,12 | 0,12 |
| Максимальная входная мощность P_i , Вт | 0,9 | 0,9 |
| Максимальная внутренняя емкость C_i , мкФ | 0,01 | 0,02 |
| Максимальная внутренняя индуктивность L_i , мГн | 0,05 | 0,01 |

Таблица 5.2 – Искробезопасные выходные параметры

| Наименование параметра | Значение параметра для цепи сенсора |
|---|-------------------------------------|
| Максимальное входное напряжение U_o , В | 3 |
| Максимальный входной ток I_o , мА | 3 |
| Максимальная входная мощность P_o , Вт | 0,0025 |
| Максимальная внутренняя емкость C_o , мкФ | 0,01 |
| Максимальная внутренняя индуктивность L_o , мГн | 0,01 |

Интерфейс USB предназначен для настройки технологических параметров. Подключение к нему допустимо только во взрывобезопасной среде.

5.2 Средства обеспечения взрывозащиты вида «комбинированный»

При комбинированном способе обеспечения взрывозащиты искробезопасной является только выходная цепь сенсора. Параметры искробезопасной цепи сенсора приведены в **таблице 5.2**.

При таком включении внешних искробарьеров не требуется. Выходная цепь является искробезопасной для входного напряжения $U_m = 250$ В. Взрывозащита внутренних цепей при этом осуществляется оболочкой корпуса расходомера. Внешние провода должны иметь защиту в виде бронированной оболочки. Открывать крышку корпуса во взрывоопасной среде без отключения питания в таком исполнении не допускается.

5.3 Монтаж с обеспечением взрывозащиты

Перед монтажом электронный блок должен быть осмотрен. Особое внимание следует обратить на маркировку взрывозащиты, предупредительные надписи, отсутствие повреждений электронного блока, наличие заземляющего зажима, наличие средств уплотнения для кабелей и крышек, состояние подключаемого кабеля.

Около наружного заземляющего зажима расходомеров имеется рельефный знак заземления. На съемных крышках электронного блока расходомеров имеется предупредительная надпись: «Открывать, отключив от сети».

При монтаже расходомеров исполнения **Вн** необходимо проверить состояние взрывозащищенных поверхностей деталей, подвергаемых разборке. Царапины, вмятины, сколы на поверхностях, обозначенных меткой «Взрыв» на чертеже средств обеспечения взрывозащиты, приведенном в **приложении Б**, не допускаются.

Если при подключении расходомера используется только один кабельный ввод, неиспользуемый ввод должен быть заглушен. Для глушения неиспользуемого ввода расходомеров исполнения **Вн** допускается использовать только заглушки, поставляемые изготовителем.

После завершения электрического монтажа необходимо закрыть крышки электронного блока и застопорить их стопорами, согласно чертежу **приложения Б**.

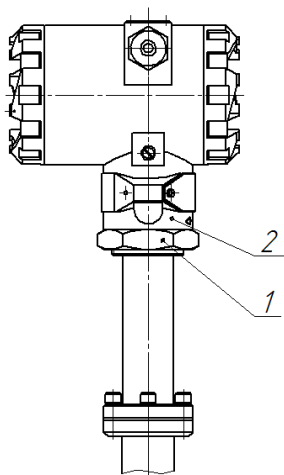
Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание электронного блока должны проводиться в соответствии с ПУЭ, ГОСТ 31610.17-2012 «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Приказ Минтруда России от 24 июля 2013г №328н», ВСН332-74, Приказ от 19 ноября 2013 года N 550 «Правила безопасности в угольных шахтах» и Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» и данным руководством по эксплуатации.

6 МОНТАЖ

6.1 Требования к монтажу

Электронный блок поставляется в составе расходомера. Требования к монтажу расходомера указаны в руководстве по эксплуатации расходомера (см. **таблицу 1.1**).

6.2 Поворот электронного блока



Для удобства электромонтажа и считывания показаний допускается повернуть электронный блок расходомера на угол не более 90° относительно его исходного положения, заданного на заводе-изготовителе. Это необходимо для того, чтобы не допустить перекручивания проводов и для сохранения положения уплотнительного кольца внутри электронного блока.

Для поворота необходимо ослабить контргайку 1 (см. **рисунок 6.1**), повернуть электронный блок 2 в нужную сторону на угол не более 90°, затем плотно затянуть контргайку для обеспечения герметичности.

Рисунок 6.1 – Поворот электронного блока

6.3 Разъемное дистанционное исполнение электронного блока

В расходомерах с разъемным дистанционным исполнением электронного блока малогабаритный разъем 3 находится внутри переходника 2 в верхней части стойки 1 (см. **рисунок 6.2**).

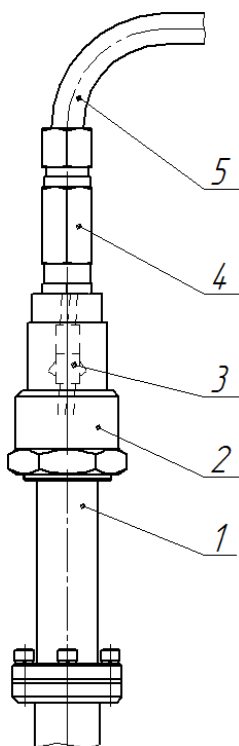


Рисунок 6.2 – Разъемное дистанционное исполнение

Для отсоединения электронного блока с дистанционным кабелем 5 от стойки расходомера 1 необходимо ослабить кабельный ввод 4 в верхней части стойки, открутить кабельный ввод от переходника стойки, вытянуть провода с разъемом 3 и отсоединить разъем.

При подключении разъема необходимо аккуратно уложить провода с разъемом внутри переходника, не пережимая провода, затем плотно закрутить кабельный ввод.

7. ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ, ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ СИГНАЛЫ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА

7.1 Требования по электропитанию

Электрическое питание электронного блока осуществляется от токовой петли 4-20 мА. Электронный блок потребляет постоянный ток 3,2 мА ±5%. Максимальное напряжение на расходомере составляет 30 В, минимальное напряжение 16 В. При выборе измерительного сопротивления токовой петли (см. **рисунок В.1 приложения В**) всегда исходить из того, чтобы при максимальном выходном токе напряжение на блоке не было ниже 16 В.

Например, при напряжении питания 24В и максимальном токе 22 мА

$$R_{\text{ИЗМ}} \leq \frac{24-16}{0,022} = 364 \text{ Ом} \quad (7.1)$$

При выборе номинала измерительного резистора также нужно учитывать сопротивление подводящих проводов. Суммарное сопротивление измерительного резистора и подводящих проводов не должно превышать значения, вычисленного по формуле (7.1).

7.2 Входные и выходные сигналы электронного блока

Электронный блок имеет цифровые и аналоговые выходные сигналы в различных исполнениях.

Выходные сигналы электронного блока:

- частотно-импульсный выходной сигнал;
- аналоговый (токовый) выходной сигнал 4-20мА с протоколом HART v7;
- интерфейс USB с протоколом Modbus RTU.

Входные сигналы электронного блока:

- имитационный вход.

Интерфейс USB с протоколом Modbus RTU применяется только для настройки и конфигурирования электронного блока.

7.3 Частотно-импульсный выходной сигнал (стандартный, NAMUR NA01)

Выход может быть настроен в режим частотного или импульсного сигналов. Выходной сигнал может принимать два логических состояния: «замкнуто» / «разомкнуто». Выход является пассивным и имеет тип «открытый коллектор».

В режиме **«Частотный выход»** частота выходного сигнала пропорциональна значению текущей переменной. Текущей переменной может объявляться: объёмный расход, объёмный расход приведенный к Ст.У., массовый расход.

Примечание: Здесь и далее Ст.У. – стандартные условия (Атмосферное давление 101325 Па = 760 мм. рт. ст. и температура воздуха 293,15 К = 20 °С).

Минимальное значение частоты на частотном выходе (0 Гц) соответствует минимальному значению текущей переменной. Максимальное значение частоты на частотном выходе (1000 Гц) соответствует максимальному значению текущей переменной, указанному в регистре Modbus 40035 (см *приложение Д*) или в переменной HART 27 (см. *приложение Е*).

В режиме **«Импульсный выход»** каждый импульс на выходе соответствует определенному количеству единиц текущей переменной, называемому ценой импульса (регистр Modbus 40039, *приложение Д*, переменная HART 54, *приложение Е*). Текущей переменной может быть объём, объём приведенный к Ст.У. или масса. Цена импульса указывается в литрах или килограммах. По заказу потребителя может быть установлена необходимая цена импульса и минимальная длительность импульса. Максимальная частота выходного сигнала в импульсном режиме – 1000 Гц.

По умолчанию все расходомеры настраиваются на импульсный режим работы выхода.

В *таблице 7.1* приведены типовые и минимальные значения цены импульса m для измерения жидких и газообразных сред для объемного расхода, а также максимально возможное значение объемного расхода для данного типоразмера расходомера.

Минимальная цена импульса m в литрах для объемного расхода и объемного расхода в Ст.У. определяется по *формуле 7.2*.

$$m = \frac{Q_{\text{НАИБ}}}{3,6 \cdot 1000} \quad (7.2)$$

где $Q_{\text{НАИБ}}$ – максимально возможное значение расхода для данного типоразмера расходомера, м³/ч; См³/ч.

Минимальная цена импульса m в килограммах для массового расхода определяется по *формуле 7.3*.

$$m = \frac{Q_{\text{НАИБ}}}{3600 \cdot 1000} \quad (7.3)$$

где $Q_{\text{НАИБ}}$ – максимально возможное значение расхода для данного типоразмера расходомера, кг/ч.

При установке в качестве текущей переменной на импульсном выходе объема приведенного к Ст.У. или массы необходимо рассчитать максимально возможное значение расхода в $\text{См}^3/\text{ч}$ (стандартных условиях) или кг/ч по **формуле 7.4 или 7.5**. Затем рассчитать минимальную цену импульса m подставив максимально возможное значение расхода в $\text{См}^3/\text{ч}$ или кг/ч в **формулу 7.2 или 7.3**.

Объемный расход, приведенный к стандартным условиям, вычисляется электронным блоком по **формуле 7.4**.

$$Q_{\text{СТ}} = \frac{Q_v \cdot \rho_{\text{РАБ}}}{\rho_{\text{СТ}}} \quad (7.4)$$

где $Q_{\text{СТ}}$ – объемный расход при стандартных условиях, $\text{См}^3/\text{ч}$;

Q_v – объемный расход при рабочих условиях, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$\rho_{\text{РАБ}}$ – плотность при рабочих условиях, $\text{кг}/\text{м}^3$; (регистр Modbus 40025, **приложение Д**, переменная HART 138, **приложение Е**)

$\rho_{\text{СТ}}$ – плотность при стандартных условиях, $\text{кг}/\text{м}^3$; (регистр Modbus 40027, **приложение Д**, переменная HART 139, **приложение Е**).

Массовый расход вычисляется электронным блоком по **формуле 7.5**.

$$Q_m = Q_v \cdot \rho_{\text{РАБ}} \quad (7.5)$$

где Q_m – массовый расход при рабочих условиях, кг/ч;

Q_v – объемный расход при рабочих условиях, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$\rho_{\text{РАБ}}$ – плотность при рабочих условиях $\text{кг}/\text{м}^3$ (регистр Modbus 40025, **приложение Д**, переменная HART 138, **приложение Е**).

Таблица 7.1 – Типовое значение цены импульса m на частотно-импульсном выходе

| Типоразмер (исполнение) | Жидкость | | | | | Газообразная среда | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------|---|-------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------|---|-------------------|
| | Qнаиб, $\text{м}^3/\text{ч}$ | Цена импульса m (ЦИ), л | | Максимальная длительность импульса, мкс | | Qнаиб, $\text{м}^3/\text{ч}$ | Цена импульса m , л | | Максимальная длительность импульса, мкс | |
| | | типовая | мин. | при типовой ЦИ | при мин. ЦИ | | типовая | мин. | при типовой ЦИ | при мин. ЦИ |
| ЭВ-200 | | | | | | | | | | |
| 15 С, Ф, С1, Ф1 | 5 | 0,0025 | 0,0014 | 900 | 504 | 32 | 0,015 | 0,009 | 843 | 506 |
| 25 ФР, ФР1 | 5 | 0,0025 | 0,0014 | 900 | 504 | 32 | 0,015 | 0,009 | 843 | 506 |
| 25 С, Ф, С1, Ф1 | 16 | 0,01 | 0,0045 | 1125 | 506 | 120 (155) | 0,04 (0,05) | 0,034 (0,043) | 600 (580) | 510 (510) |

Продолжение таблицы 7.1

| Типоразмер (исполнение) | Жидкость | | | | | Газообразная среда | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------|---|-------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------|---|-------------------|
| | Qнаиб, м ³ /ч | Цена импульса т (ЦИ), л | | Максимальная длительность импульса, мкс | | Qнаиб, м ³ /ч | Цена импульса т, л | | Максимальная длительность импульса, мкс | |
| | | типовая | мин. | при типовой ЦИ | при мин. ЦИ | | типовая | мин. | при типовой ЦИ | при мин. ЦИ |
| ЭВ-200 | | | | | | | | | | |
| 32 ФР, ФР1 | 16 | 0,01 | 0,0045 | 1125 | 506 | 120 (155) | 0,04 (0,05) | 0,034 (0,043) | 600 (580) | 510 (510) |
| 32 С, Ф, С1, Ф1 | 27 | 0,01 | 0,008 | 666 | 533 | 200 (255) | 0,08 (0,08) | 0,056 (0,071) | 720 (564) | 504 (501) |
| 40 С, Ф, С1, Ф1 | 43 | 0,02 | 0,012 | 837 | 502 | 310 (400) | 0,1 (0,12) | 0,087 (0,112) | 580 (540) | 505 (504) |
| 50 ФР, ФР1 | 27 | 0,01 | 0,008 | 666 | 533 | 200 (255) | 0,08 (0,08) | 0,056 (0,071) | 720 (564) | 504 (501) |
| 50 С, Ф, С1, Ф1 | 67 | 0,02 | 0,019 | 537 | 510 | 480 (620) | 0,16 (0,18) | 0,134 (0,173) | 600 (522) | 502 (502) |
| 50, 80 СД/80 | – | – | – | – | – | 80 | 0,05 | 0,023 | 1125 | 517 |
| 50, 80 СД/160 | – | – | – | – | – | 160 | 0,05 | 0,045 | 562 | 506 |
| 50, 80 СД/400 | – | – | – | – | – | 400 | 0,2 | 0,112 | 900 | 504 |
| 65 С, Ф, С1, Ф1 | 115 | 0,04 | 0,032 | 626 | 500 | 810 (1050) | 0,23 (0,3) | 0,225 (0,292) | 511 (514) | 500 (500) |
| 80 ФР, ФР1 | 67 | 0,02 | 0,019 | 537 | 510 | 480 (620) | 0,16 (0,18) | 0,134 (0,173) | 600 (522) | 502 (502) |
| 80 С, Ф, С1, Ф1 | 172 | 0,05 | 0,048 | 523 | 502 | 1230 (1600) | 0,38 (0,45) | 0,342 (0,445) | 556 (506) | 500 (500) |
| 80 СД/800 | – | – | – | – | – | 800 | 0,5 | 0,223 | 1125 | 501 |
| 80 СД/1600 | – | – | – | – | – | 1600 | 0,5 | 0,445 | 562 | 500 |
| 100 ФР, ФР1 | 172 | 0,05 | 0,048 | 523 | 502 | 1230 (1600) | 0,38 (0,45) | 0,342 (0,445) | 556 (506) | 500 (500) |

Продолжение таблицы 7.1

| Типоразмер (исполнение) | Жидкость | | | | | Газообразная среда | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------|---|-------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------|---|-------------------|
| | Qнаиб, м ³ /ч | Цена импульса т (ЦИ), л | | Максимальная длительность импульса, мкс | | Qнаиб, м ³ /ч | Цена импульса т, л | | Максимальная длительность импульса, мкс | |
| | | типовая | мин. | при типовой ЦИ | при мин. ЦИ | | типовая | мин. | при типовой ЦИ | при мин. ЦИ |
| 100 С, Ф, С1, Ф1 | 270 | 0,08 | 0,075 | 533 | 500 | 1920 (2500) | 0,66 (0,7) | 0,534 (0,695) | 618 (503) | 500 (500) |
| 125 С, Ф, Ф1 | 400 | 0,12 | 0,112 | 540 | 504 | 3000 (3600) | 0,9 (1) | 0,834 (1) | 540 (500) | 500 (500) |
| 150 С, Ф, Ф1 | 605 | 0,18 | 0,169 | 535 | 502 | 4325 (5000) | 1,5 (1,5) | 1,202 (1,389) | 624 (540) | 500 (500) |
| 200 С, Ф, Ф1 | 1075 | 0,3 | 0,299 | 502 | 500 | 8000 (10000) | 2,5 (3) | 2,223 (2,778) | 562 (540) | 500 (500) |
| 250 С, Ф, Ф1 | 1700 | 0,5 | 0,473 | 529 | 500 | 12900 (15000) | 4 (4,5) | 3,584 (4,167) | 558 (540) | 500 (500) |
| 300 С, Ф, Ф1 | 2460 | 0,7 | 0,684 | 512 | 500 | 18600 (22000) | 5,6 (6,5) | 5,167 (6,112) | 541 (531) | 500 (500) |
| ЭВ-205 (Датчик Ду40) | 36 | 0,1 | 0,01 | 5000 | 500 | 216 | 1 | 0,06 | 8333 | 500 |
| ЭВ-200-ППД | 1800 | 1 | 1 | 1000 | 1000 | – | – | – | – | – |

Примечания:

1. Цена импульса погружных расходомеров ЭВ-205 рассчитывается согласно **Приложению Е** в РЭ на расходомер расхода исходя из фактической площади сечения трубопровода.
2. Для частотного режима работы выхода указано эффективное значение цены импульса.
3. В скобках указаны параметры для расходомеров с расширенными границами диапазона измерений.

Режимы частотный выход и импульсный выход реализованы на одних и тех же клеммах, поэтому нельзя использовать более одного режима одновременно.

В электронном блоке реализованы две схемы подключения частотно-импульсного выхода: стандартная и NAMUR NA01. Выход NAMUR NA01 соответствует стандарту ГОСТ IEC 60947-5-6-2017 (NAMUR NA01). Выходы стандартный и NAMUR NA01 на клеммах разделены. Схемы стандартного выхода и выхода NAMUR NA01 приведены в **приложении В**.

Электрические параметры частотно-импульсного выхода приведены в **таблице 7.2**.

Таблица 7.2 – Электрические параметры частотно-импульсного выхода

| Характеристика | Значение |
|---|--|
| Тип выхода | Открытый коллектор |
| Необходимость внешнего питания | Пассивный |
| Режимы работы | Частотный Импульсный |
| Максимальная частота | 1000 Гц |
| Максимальный ток стандартного выхода | 100 мА |
| Максимальный ток выхода NAMUR NA01 | 30 мА |
| Настраиваемая переменная в частотном режиме работы | объемный расход расход при Ст.У. массовый расход |
| Настраиваемая переменная в импульсном режиме работы | объемный расход расход при Ст.У. массовый расход |
| Диапазон напряжений питания, В | 2,5...30 |

По согласованию с заказчиком (или самим заказчиком через интерфейс USB, интерфейс HART или с помощью дисплея) частотно-импульсный выход может быть перенастроен на другие режимы и цены импульса согласно **таблицам 7.3, 7.4** где указаны номера регистров протокола Modbus RTU.

Регистру 40007 Modbus соответствует переменная HART 116.

Регистру 40035 Modbus соответствует переменная HART 27.

Минимальное значение (регистр Modbus 40033) всегда равно 0 и через HART не задается.

Рабочая частота в частотных и импульсных режимах не превышает 1000 Гц.

Таблица 7.3 – Частотный режим

| Режим (Регистр 40007) | Текущая переменная | Единицы измерения | Минимальное значение (Регистр 40033) | Максимальное значение (Регистр 40035) |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------|--|--|
| 0 | объёмный расход | м ³ /ч | 0 | см. паспорт на расходомер или таблицу 7.2 |
| 1 | объёмный расход в СтУ | См3/ч | 0 | см. паспорт на расходомер |
| 2 | массовый расход | кг/ч | 0 | см. паспорт на расходомер |

Таблица 7.4 – Импульсный режим

| Режим (Регистр 40007) | Текущая переменная | Единицы измерения | Минимальное значение (Регистр 40033) | Максимальное значение (Регистр 40035) |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------|--|--|
| 5 | объёмный расход | л | 0 | см. паспорт на расходомер или таблицу 7.2 |
| 6 | объёмный расход в СтУ | л | 0 | см. паспорт на расходомер |
| 7 | массовый расход | кг | 0 | см. паспорт на расходомер |

Примечание:

Значение цены импульса см. в паспорте на расходомер или в регистре Modbus 40039, **приложение Д** (переменная HART 54, **приложение Е**).

7.4 Аналоговый (токовый) выходной сигнал с цифровым протоколом HART (стандартный, NAMUR NE43)

Значение силы тока в цепи токового выходного сигнала линейно зависит от текущей переменной. Текущей переменной токового выходного сигнала может быть объёмный расход, объёмный расход в погружном режиме, объёмный расход приведенный к Ст.У., массовый расход.

Токовый выход является интерфейсом для передачи данных по цифровому протоколу HART v7. Описание команд и переменных HART приведено в **приложении Е**. Файл описания устройства (DD) и DTM драйвер для прибора доступны на официальном сайте компании «ЭМИС» в разделе документация и ПО.

Режимы работы токового выходного сигнала могут быть перенастроены через протокол Modbus (регистр 40006, см. **приложение Д**), с помощью дисплея электронного блока (см. **приложение Г**) или с помощью команды HART 51 (см. **приложение Е**). Значения переменной, соответствующие току 4 мА и 20 мА, могут быть настроены через регистры Modbus 40939 и 40941 соответственно (см. **приложение Д**), через протокол HART (команда 35, см. **приложении Е**) или через интерфейс платы индикации для исполнения СИ (см. **приложение Г**).

Току 4 мА по умолчанию соответствует нулевой расход. По заказу значения 4 мА и 20 мА могут быть настроены на другие расходы.

Диапазон изменения тока зависит от конфигурации токового выхода. Токовый выход может быть настроен на стандартный выходной сигнал и сигнал соответствующий стандарту NAMUR NE43. Также токовый выходной сигнал может сигнализировать о наличии ошибок. Диапазоны изменения тока в зависимости от состояния электронного блока и конфигурации токового выхода приведены в **таблице 7.5**.

Таблица 7.5 – Диапазоны изменения токового выходного сигнала

| Состояние электронного блока | Диапазон тока стандартного выходного сигнала, мА | Диапазон тока NAMUR NE43, мА |
|------------------------------|--|------------------------------|
| Рабочий режим | 3,9-20,8 | 3,8-20,5 |
| Ошибка нижнего уровня тока | 3,6-3,9 | 3,6-3,8 |
| Ошибка верхнего уровня тока | 20,8-22,0 | 20,5-22,0 |

Сигнализация об ошибках настраивается с помощью регистра Modbus 40011 или переменной HART 132 для ошибки нижнего уровня тока и с помощью регистра Modbus 40012 или переменной HART 133 для ошибки верхнего уровня тока. Для включения сигнализации об ошибке необходимо в соответствующий бит записать 1. Также сигнализация об ошибках может быть настроена с помощью дисплея электронного блока (см. **приложение Г**). Маски ошибок нижнего и верхнего уровня тока приведены в **таблице 7.6**.

Таблица 7.6 – Маски ошибок нижнего и верхнего уровня тока

| № регистра Modbus | Переменная HART | Маски ошибок |
|-------------------|-----------------|--|
| 40011 | 132 | Маска ошибок низкого уровня тока (имеет приоритет перед регистром 40012) бит 0 – сбой при чтении памяти данных; бит 3 – нарушение межпроцессорной связи |
| 40012 | 133 | Маска ошибок высокого уровня тока бит 0 – сбой при чтении памяти данных; бит 1 – выход расхода за метрологический диапазон; бит 3 – нарушение межпроцессорной связи; бит 11 – вероятно наличие кавитации; бит 12 – вероятно хаотичное вихреобразование; бит 13 – превышение температуры электроники (>85°C); бит 14 – низкая температура электроники (<-60°C) |

7.5 Интерфейс USB

Электронный блок поддерживает передачу данных по цифровому интерфейсу USB в режиме виртуального COM-порта. Для передачи данных по интерфейсу USB используется цифровой протокол Modbus RTU. Настройки порта связи приведены в **таблице 7.7**.

Таблица 7.7 – Настройки порта связи

| Параметр | Значение |
|--------------------------------|--------------|
| Адрес устройства в сети Modbus | 1 |
| Скорость обмена бит/с | 38400 |
| Количество бит данных | 8 |
| Количество стоповых бит | 1 |
| Контроль четности | без контроля |

Поддерживаемые команды, а также регистры, доступные для изменения, представлены в **приложении Д**. Для диагностики и настройки расходомера по цифровому интерфейсу рекомендуется применять фирменное программное обеспечение «ЭМИС-Интегратор». По запросу программное обеспечение «ЭМИС-Интегратор» может быть поставлено вместе с расходомером. Программное обеспечение «ЭМИС-Интегратор» доступно на сайте www.emis-kip.ru

Интерфейс USB соответствует требованиям стандарта USB 2.0. Интерфейс USB используется для технологической настройки прибора на месте эксплуатации. Для подключения необходимо использовать кабель USB Type B Mini. Для использования интерфейса USB необходимо сначала подать питание, а затем подключить разъем USB. Не допускается использование интерфейса USB во взрывоопасных зонах.

7.6 Имитационный вход

Имитационный вход предназначен для проведения поверки расходомера имитационным методом. Сигнал на имитационном входе имитирует сигнал от чувствительного элемента (сенсора) в проточной части расходомера. Частота имитационного сигнала при этом пропорциональна скорости и объемному расходу рабочей среды. Подробно процедура поверки расходомеров описана в Методике поверки ЭВ-200.000.000.000.00 МП с изменениями №2.

8. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ (ЭЛЕКТРОМОНТАЖ)

8.1 Необходимый инструмент

Перечень инструмента, рекомендованного для электрического монтажа:

- ключ для кабельных вводов;
- стриппер для зачистки проводов;
- клещи обжимные для наконечников проводов (при их использовании)
- отвертка шлицевая ≤ 3 мм для подключения кабеля к клеммам электронного блока;
- отвертка крестовая PH2 для подключения заземления к корпусу электронного блока.

8.2 Требования к соединительному кабелю

Для подключения электронного блока, рекомендуется использовать многожильный медный кабель с сечением провода от 0.129 мм^2 до 2.08 мм^2 ;

Дополнительные характеристики кабеля (огнестойкость, пониженная горючесть и т.д.) необходимо выбирать в зависимости от внешних условий применения.

При расчете сопротивления кабеля руководствоваться пунктом 7.1.

Для подключения аналогового (токового) выхода с цифровым протоколом HART рекомендуется применять витой экранированный кабель, например КИПЭВ, рекомендуемые характеристики кабеля представлены в **таблице 8.1**.

Характеристики, указанные в таблице 8.1, являются базовыми, при наличии внешних требований (негорючесть, наличие брони и т.д.) их необходимо учитывать при выборе кабеля.

Таблица 8.1 – Характеристики кабеля для цифровых интерфейсов

| Характеристика | Значение |
|---|---|
| Скрутка | Попарная |
| Количество пар | 1 (при одиночной прокладке) |
| Наличие экрана | Общий (для многопарных кабелей рекомендуется наличие индивидуального экрана для каждой пары) |
| Электрическое сопротивление жилы постоянному току при 20°C , не более | 10 Ом/100 м |
| Жилы | Многопроволочные медные |
| Электрическая емкость пары, не более | 42 пФ/м |
| Коэффициент затухания на частоте 1 МГц при 20°C , не более | 2,1 дБ/100м |

8.3 Подключение электронного блока

При электромонтаже необходимо выполнять следующие рекомендации:

- не допускается располагать линии связи электронного блока с внешними устройствами вблизи силовых кабелей;

- кабели и провода, соединяющие электронный блок и регистрирующие приборы, рекомендуется прокладывать в металлорукавах или металлических трубах;
- для прокладки линии связи при монтаже рекомендуется применять кабели контрольные с резиновой или пластмассовой изоляцией, кабели для сигнализации с полиэтиленовой изоляцией;
- допускается совместная прокладка в одном кабеле проводов цепей питания электронного блока и выходных сигналов;
- рекомендуется вблизи мест прокладки линии связи электроустановок мощностью более 0,5 кВА применение экранированного кабеля с изолирующей оболочкой;
- в качестве сигнальных цепей и цепей питания расходомера могут быть использованы изолированные жилы одного кабеля, при этом сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм. Экранировка цепей выходного сигнала от цепей питания расходомера не требуется;
- при проведении электромонтажа необходимо прозвонить и замаркировать разделанные концы кабеля, а затем подсоединить их к клеммной колодке расходомера. Визуально проверить правильность подключения соответствующих проводов к расходомеру;
- заземление расходомера производить путем соединения проводом сечением не менее 2,5 мм² шины заземления и специального зажима на корпусе расходомера (см. **рисунок 8.1**).



Рисунок 8.1 – Заземление электронного блока

ВНИМАНИЕ! При монтаже расходомера с дистанционным размещением электронного блока необходимо закрепить кабель, соединяющий проточную часть расходомера и электронный блок. В противном случае вибрация кабеля может приводить к появлению паразитного сигнала сенсора и некорректной работе расходомера.

Внешний вид платы интерфейсов для подключения электронного блока показан на **рисунке 8.2**. Пояснения к рисунку 8.1 приведены в **таблице 8.2**.

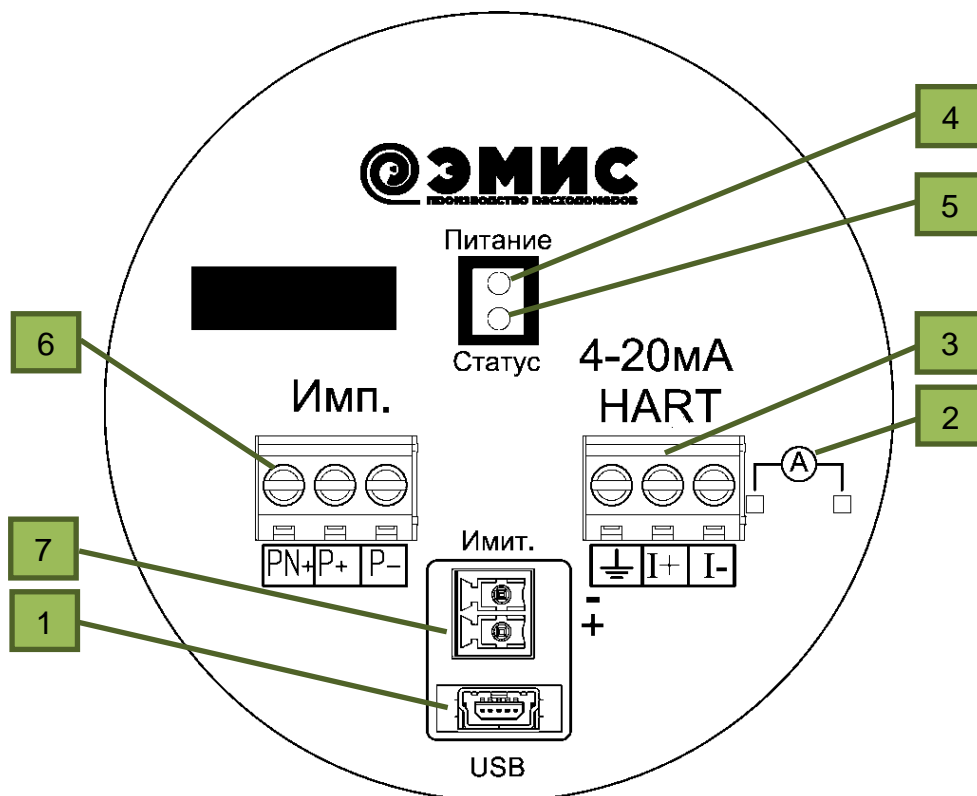


Рисунок 8.2 – Плата интерфейсов электронного блока

Таблица 8.2 – Пояснения к рисунку 8.2

| № | Обозначение | Назначение |
|---|-------------|--|
| 1 | USB | Цифровой интерфейс USB |
| 2 | A | Клеммы для подключения амперметра для измерения выходного тока |
| 3 | 4-20mA/HART | Токовый выход с цифровым протоколом HART |
| 4 | Питание | Светодиод, индицирующий наличие питания устройства (зеленый) |
| 5 | Статус | Светодиод, индицирующий текущее состояние электронного блока (красный) |
| 6 | ИМП | Частотно-импульсный выход |
| 7 | Имит. | Разъем для подключения имитатора расхода |

Электромонтаж электронного блока необходимо производить в соответствии со схемой подключения, приведенной в **приложении В**.

В исполнении электронного блока с разъемным подключением вместо одного из кабельных вводов установлен соединитель с 10 контактами (вилка). Схема подключения приведена на **рисунке В.3**.

Ответная розетка типа 2PM22КПН10Г1В1 может поставляться в комплекте по спец. заказу.

По спец. заказу также возможно применение соединителя с 4 контактами.

9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ

9.1 Ввод в эксплуатацию

Перед первым включением электрического питания расходомера и пуском его в эксплуатацию необходимо:

- проверить правильность монтажа расходомера на трубопроводе;
- проверить параметры электрического питания расходомера;
- проверить правильность заземления корпуса расходомера;
- проверить правильность подключения внешних устройств.

Параметры расходомера, указанные в паспорте на прибор:

- условный диаметр расходомера;
- диапазон измерения расхода;
- серийный номер;
- вид взрывозащиты;
- измеряемая среда: жидкость, газ;
- температурный диапазон измеряемой и окружающей среды;
- класс точности расходомера;
- параметры выходных сигналов: значение расхода для 1000 Гц для частотного сигнала, цена импульса для импульсного сигнала, значение расхода для 20 мА для токового сигнала;
- К-фактор (для погружных расходомеров указывается К-фактор для датчика расхода);
- версия ПО электронного блока

Ввод в эксплуатацию расходомера оформляется актом.

При вводе расходомера в эксплуатацию в паспорте необходимо сделать отметку с указанием даты ввода и заверить её подписью лица, ответственного за эксплуатацию приборов.

9.2 Система уровней доступа

Для защиты параметров электронного блока несанкционированного изменения реализована система уровней доступа. Уровни доступа определяют возможность модификации регистров флагов (coils) и регистров хранения (holding registers) протокола Modbus. Описание протокола Modbus приведено в приложении Д.

Уровни доступа регистров кодируются следующим образом:

- уровень 0 – свободная модификация пользователем;
- уровень 1 – возможность модификации после ввода стандартного пароля
- уровень 2 – модификация только при включении переключателя SW1:2 на процессорной плате.

Уровень доступа 0 – минимальный уровень доступа, уровень 2 – максимальный. Более высокий уровень доступа позволяет модифицировать регистры, имеющие более низкий уровня доступа.

Стандартный пароль является единым для всех электронных блоков: **1234**.

Доступ по стандартному паролю действует до сброса питания или программной перезагрузки устройства.

Для ввода пароля используется пара регистров Modbus 40895, 40896 (*приложение Д*) или переменная HART 100 (*приложение Е*). Пароль может быть также введен с платы индикации для исполнения «СИ» (см. *приложение Г*).

При вводе пароля по интерфейсу Modbus каждая цифра пароля передается по интерфейсу своим ASCII-кодом. Так, пароль «1234» будет представлять собой команду Modbus следующего вида:

| | | | | | |
|-------|-----|---------|------------|-----------------|---------|
| 01h | 10h | 03h 7Eh | 00h 02h | 31h 32h 33h 34h | CRC CRC |
| Адрес | Код | Регистр | Количество | Данные | CRC |

При вводе пароля через интерфейс HART для стандартного пароля переменной 100 передается значение 31323334h.

Смена пароля допускается только при уровне доступа не ниже 1.

Для смены пароля по интерфейсу Modbus необходимо отправить новое значение пары регистров 40897, 40898 (**приложение Д**). По интерфейсу HART нужно передать новое значение переменной 101 (**приложение Е**). Изменить пароль можно также через интерфейс платы индикации для исполнения «СИ» (см. **приложение Г**).

При попытке считывания регистров пароля возвращается значение 0.

9.3 Управление с платы индикации

Электронные блоки поставляются в двух вариантах: с индикатором (исполнение «СИ») и без него. ЖК-дисплей индикатора работает при температуре окружающей среды не ниже минус 20°C. При снижении температуры ниже минус 20°C индикация на дисплее прекращается. В дальнейшем при увеличении температуры до минус 20°C и выше индикация на дисплее восстанавливается.

Плата индикации также содержит 3 магнитные кнопки, с которых может осуществляться управление. Внешний вид передней панели электронного блока с платой индикации представлен на **рисунке 9.1**.

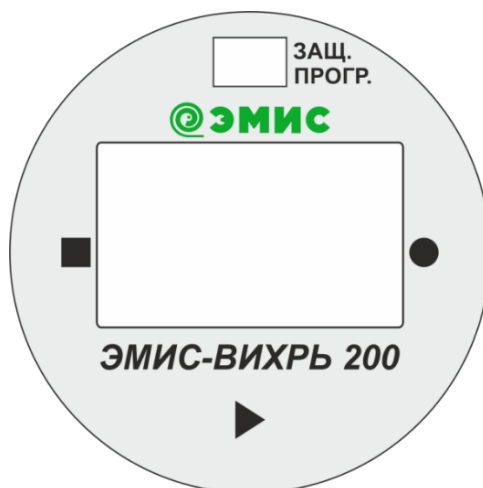


Рисунок 9.1 – Внешний вид лицевой панели для исполнения «СИ»

Главный экран меню индикатора представлен на **рисунке 9.2**.

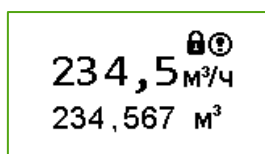


Рисунок 9.2 – Главный экран индикатора для исполнения «СИ»

Верхняя строка отображает текущий расход, который задается регистром хранения Modbus 40021 (см. **таблицу Д4**) или переменной HART 119 (см. **таблицу Е3**). Нижняя строка отображает

накопленный расход, который задается регистром хранения Modbus 40022 (см. **таблицу Д4**) или переменной HART 120 (см. **таблицу Е3**).

Плата индикации имеет 3 магнитные кнопки управления, которые активируются при поднесении к ним магнитной ручки, которая входит в комплект поставки прибора. Кнопки расположены по краям печатной платы, поэтому магнитную ручку нужно подносить к электронному блоку не со стороны дисплея, а сбоку в месте маркировки кнопок ■, ►, ●, как показано на **рисунке 9.3**.

9.3.

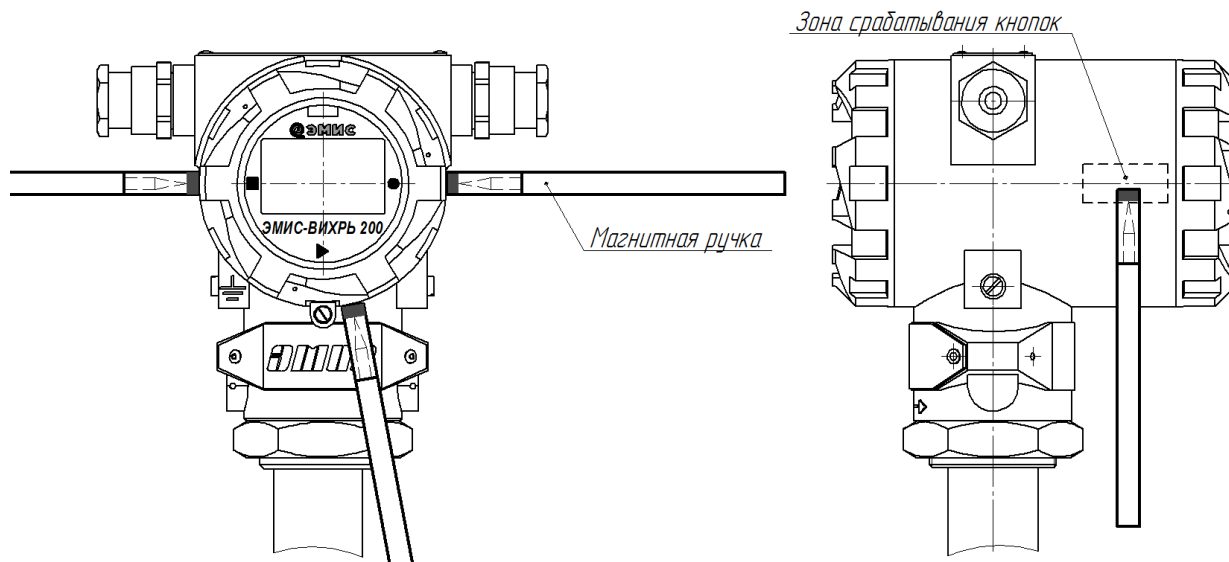


Рисунок 9.3 – Места поднесения магнита

Основное назначение кнопок:

- Левая ■ – ОТМЕНА,
- Нижняя ► – СЛЕДУЮЩИЙ,
- Правая ● – ВВОД

Вход в меню осуществляется по правой ● или нижней ► кнопке. При отсутствии ошибок вход в меню возможен также по левой кнопке ■. Для входа в меню требуется удерживать магнитную ручку 2 секунды.

Перемещение по пунктам меню осуществляется с помощью нижней кнопки ► (сверху вниз, по циклу). Одновременно на экране отображается заголовок и не более 3 пунктов меню. Текущий пункт меню отображается стрелкой ▸. Если пункт меню является информационным и не предусматривает входа (не активна правая кнопка), то символ стрелки выглядит так: >.

Выбор пункта меню осуществляется правой кнопкой ●.

Выход на уровень вверх осуществляется левой кнопкой ■.

Если пункт меню представляет собой информационный параметр, то при входе в пункт меню отображается значение соответствующего параметра в указанном формате. Выход из просмотра параметра осуществляется левой кнопкой ■. Нижняя и правая кнопки не активны.

Если пункт меню представляет собой редактируемый параметр, то при входе в пункт меню отображается текущее значение соответствующего параметра.

Активный символ (первый) обозначается подчеркиванием. Перемещение активного символа осуществляется нижней кнопкой ►. Правой кнопкой ● осуществляется изменение активного символа (от текущего значения до 9, затем – 0 и далее по циклу).

После того, как активный символ окажется последним, следующее нажатие на нижнюю кнопку ► покажет в нижней строчке меню «Установить». Если в этот момент нажать правую кнопку ●, то будет выведено окно подтверждения. Если при индикации «Установить» нажать нижнюю кнопку ►, то активным снова станет первый символ.

По левой кнопке ■ можно выйти из режима редактирования параметра в любой момент.

При установке параметра в окне подтверждения выводится сообщение «УСТАНОВИТЬ ЗНАЧЕНИЕ? / SET VALUE?» и два варианта ответа: «Нет / No» (по умолчанию), «Да / Yes». Изменение варианта ответа осуществляется нижней кнопкой ►, выбор – правой ●.

Если выбран вариант «Да / Yes», то в следующем окне выведется сообщение «ПАРАМЕТР УСТАНОВЛЕН / PARAMETER SET», выйти из которого можно по любой из кнопок. Если не удалось установить параметр, то может быть выведено сообщение «ДОСТУП ОГРАНИЧЕН / ACCESS DENIED» или «ПАРАМЕТР ЗА ДИАПАЗОНОМ / PARAMETER OUTOF RANGE». В случае работы с действиями или паролем могут появиться другие сообщения.

По левой кнопке ■ можно выйти из режима просмотра или установки значений параметра в любой момент.

Если пункт меню представляет собой список, то при входе в пункт меню отображается перечисление всех элементов списка. Установленный элемент списка отображается символом ✓. Перемещение по элементам списка осуществляется по циклу нижней кнопкой ►. Правая кнопка ● осуществляет выбор текущего элемента списка, обозначенного стрелкой ↘.

При выборе элемента списка правой кнопкой ● будет выведено окно подтверждения с сообщением «УСТАНОВИТЬ ЗНАЧЕНИЕ? / SET VALUE?» и двумя вариантами ответа: «Нет / No» (по умолчанию), «Да / Yes». Изменение варианта ответа осуществляется нижней кнопкой ►, выбор – правой.

Если выбран вариант «Да / Yes», то в следующем окне выведется сообщение «ПАРАМЕТР УСТАНОВЛЕН / PARAMETER SET», выйти из которого можно по любой из кнопок. Если не удалось установить параметр, то может быть выведено сообщение «ДОСТУП ОГРАНИЧЕН / ACCESS DENIED».

По левой кнопке ■ можно выйти из режима просмотра элементов списка в любой момент.

Если пункт меню является действием, то при входе в него по правой кнопке ● будет выведено окно подтверждения с двумя вариантами ответа: «Нет / No» (по умолчанию), «Да / Yes». Изменение варианта ответа осуществляется нижней кнопкой ►, выбор – правой ●. Сообщение окна подтверждения может быть различным в зависимости от действия. Все варианты сообщений представлены в *таблице 9.1*.






Таблица 9.1 – Описание действий и сообщения



| Действие | Окно подтверждения | Успешное выполнение |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Возврат к заводским настройкам | ЗАГРУЗИТЬ НАСТРОЙКИ? | НАСТРОЙКИ ЗАГРУЖЕНЫ |
| Сохранение заводских настроек | СОХРАНИТЬ НАСТРОЙКИ? | НАСТРОЙКИ СОХРАНЕНЫ |
| Сброс обнуляемого счетчика | СБРОСИТЬ ОБНУЛЯЕМЫЙ СЧЕТЧИК? | СЧЕТЧИК СБРОШЕН |
| Сброс накопительного счетчика | СБРОСИТЬ НЕОБНУЛЯЕМ. СЧЕТЧИК? | СЧЕТЧИК СБРОШЕН |

Продолжение таблицы 9.1

| Действие | Окно подтверждения | Успешное выполнение |
|------------------------------------|----------------------|---------------------|
| Сброс ошибок межпроцессорной связи | СБРОСИТЬ ОШИБКИ? | ОШИБКИ СБРОШЕНЫ |
| Перезагрузка устройства | СБРОСИТЬ УСТРОЙСТВО? | СБРОС УСТРОЙСТВА |

Если выбран вариант «Да / Yes», то в следующем окне выведется сообщение об успешном выполнении действия, выйти из которого можно по любой из кнопок. Если не удалось выполнить действия, то может быть выведено сообщение «ДОСТУП ОГРАНИЧЕН / ACCESS DENIED».

Если имеются ошибки, в правом верхнем углу индикатора появляется символ . При этом по правой кнопке  можно просмотреть ошибки диагностики. В режиме просмотра ошибок на экране высвечивается информация об одной ошибке. Перемещаться между ошибками можно с помощью правой кнопки  (к следующей ошибке) и левой кнопки  (к предыдущей ошибке). Выход из меню просмотра ошибок осуществляется по нижней кнопке  в любой момент.

Если ошибки диагностики просмотрены, индикатор ошибок меняется на . Если состояние регистра диагностики изменится, состояние индикатора снова будет  при наличии ошибок. При отсутствии ошибок индикатор не отображается. При сбросе питания информация о просмотре ошибок не сохраняется. Состояние битов ошибок с описанием представлено в **таблице 9.2**. Подробнее об описании ошибок см. **раздел 9.5**.

Если в течение 1 минуты не нажимались никакие кнопки, дисплей переходит на главный экран. Структура меню индикатора для исполнения «СИ» представлена в **приложении Ж**.

Таблица 9.2 – Перечень ошибок диагностики

| Бит | Описание |
|-----|---|
| 0 | «0 СБОЙ», «ЧТЕНИЯ», «ПАМЯТИ» |
| 1 | «1 РАСХОД», «ЗА ДИА-«, «ПАЗОНОМ» |
| 2 | «2 ОШИБКА», «САМО-«, «ПРОВЕРКИ» |
| 3 | «3 НЕТ», «МИКРОПРОЦ.», «СВЯЗИ» |
| 4 | «4 НИЗКОЕ», «НАПРЯЖЕНИЕ», «ПИТАНИЯ» |
| 5 | «5 ОШИБКА», «ТОКА», «ПЕТЛИ» |
| 6 | «6 ОТЛИЧИЕ», «ЗАВОДСКИХ», «КОНСТАНТ» |
| 7 | «7 ОТЛИЧИЕ», «МЕТРОЛОГИЧ.», «КОНСТАНТ» |
| 8 | «8 СБОЙ SRC», «ЗАВОДСКИХ» «КОНСТАНТ» |
| 9 | «9 ОШИБКА», «SRC», «СЧЕТЧИКОВ» |
| 10 | «10 ОШИБКА», «ЧАСТ./ИМП.», «ВЫХОДА» |
| 11 | «11 ВЕРОЯТНО», «НАЛИЧИЕ», «КАВИТАЦИИ» |
| 12 | «12 ВЕРОЯТНО», «ХАОТИЧНОЕ», «ВИХРЕОБР.» |
| 13 | «13 СЛИШКОМ», «НИЗКАЯ», «ТЕМПЕРАТУРА» |
| 14 | «14 СЛИШКОМ», «ВЫСОКАЯ», «ТЕМПЕРАТУРА» |
| 15 | «15 ОШИБКА», «АМПЛИТУДЫ», «ВИБРАЦИИ» |
| 16 | «16 ПЕРЕПОЛ.», «НАКОПИТ.», «СЧЕТЧИКА» |
| 17 | «17 ПЕРЕПОЛ.», «ОБНУЛЯЕМ.», «СЧЕТЧИКА» |
| 18 | «18 ЗАВОД.», «НАСТРОЙКИ», «НЕ СОХРАН.» |

9.4 Вычисление массового расхода

Массовый расход вычисляется электронным блоком по **формуле 9.1**.

$$Q_m = Q_v * \rho_{\text{раб}} \quad (9.1)$$

где Q_m – массовый расход при рабочих условиях, кг/ч;

www.emis-kip.ru/ru/prod/ev200

Q_v – объемный расход при рабочих условиях, м³/ч;

$\rho_{\text{раб}}$ – плотность при рабочих условиях кг/м³.

Плотность при рабочих условиях задается регистром хранения Modbus 40025 (см. **таблицу Д4**) или переменной HART 138 (см. **таблицу Е3**).

9.5 Вычисление объемного расхода в стандартных условиях

Объемный расход, приведенный к стандартным условиям, вычисляется электронным блоком по **формуле 9.2**.

$$Q_{\text{ст}} = \frac{Q_v * \rho_{\text{раб}}}{\rho_{\text{ст}}} \quad (9.2)$$

где $Q_{\text{ст}}$ – объемный расход при стандартных условиях, м³/ч;

Q_v – объемный расход при рабочих условиях, м³/ч;

$\rho_{\text{раб}}$ – плотность при рабочих условиях, кг/м³;

$\rho_{\text{ст}}$ – плотность при стандартных условиях, кг/м³.

Плотность при рабочих условиях задается регистром хранения Modbus 40025 (см. **таблицу Д4**) или переменной HART 138 (см. **таблицу Е3**). Плотность при стандартных условиях задается регистром хранения Modbus 40027 (см. **таблицу Д4**) или переменной HART 139 (см. **таблицу Е3**).

9.6 Настройка параметров технологического процесса

При выпуске прибор настраивается на параметры технологического процесса согласно опросному листу. Если какие-либо из требуемых параметров отсутствуют в опросном листе, то по умолчанию устанавливаются следующие значения:

- для расходомеров на жидкость:
 - вид измеряемой среды – жидкость;
 - заданная температура устанавливается равной либо базовой температуре, либо данным из опросного листа;
 - плотность в рабочих условиях 1000 кг/м³;
 - плотность в стандартных условиях 1000 кг/м³;
- для расходомеров на газовые среды:
 - вид измеряемой среды – газ;
 - заданная температура устанавливается равной либо базовой температуре, либо данным из опросного листа.
 - плотность в рабочих условиях 1000 кг/м³;
 - плотность в стандартных условиях 1000 кг/м³.

Если параметры технологического процесса отличаются от указанных выше значений по умолчанию, то необходимо ввести требуемые значения. При необходимости вычисления массового расхода необходимо ввести значение плотности в рабочих условиях. При необходимости вычисления объемного расхода в стандартных условиях необходимо ввести значения плотности в рабочих условиях и плотности в стандартных условиях. При измерении объемного расхода ввод плотности в рабочих условиях и плотности в стандартных условиях не требуется.

Изменить параметры расходомера возможно по протоколу Modbus (с помощью программы «ЭМИС-Интегратор», либо другой, работающей с протоколом Modbus), либо по протоколу HART.

Рекомендуется при заказе расходомера заполнять опросный лист с указанными параметрами технологического процесса для настройки вычислителя на предприятии-изготовителе.

9.7 Фильтрация входного сигнала

Устройство вихревого расходомера описано в главе 3 данного руководства. Принцип измерения вихревого расходомера основан на следующем эффекте: если в поток измеряемой среды ввести плохообтекаемый предмет (тело обтекания), то за ним формируется след, состоящий из цепочки регулярных вихрей (дорожки Кармана). Вихри представляют собой зоны более высокого и низкого давления, а сенсор расходомера преобразует энергию регулярных вихрей в выходной электрический сигнал. Частота следования вихрей, а, следовательно, и частота сигнала сенсора пропорциональна объемному расходу в широком диапазоне скоростей и зависит от параметров измеряемой среды, геометрических параметров трубопровода и формы тела обтекания.

Электронный блок производит разложение сигнала сенсора в спектр. Частота полезного сигнала соответствует пику наивысшей гармоники спектра (см. **рисунок 9.4**). Значение расхода пропорционально этой частоте. Поэтому для избавления от посторонних гармоник в составе спектра сигнала возможно применение фильтрации.



Рисунок 9.4 – Спектр сигнала

Чем выше значение расхода и соответствующее ему значение частоты сигнала, тем больше минимальная амплитуда полезного сигнала (см. **рисунок 9.5**). Это свойство необходимо учитывать при настройке фильтров.

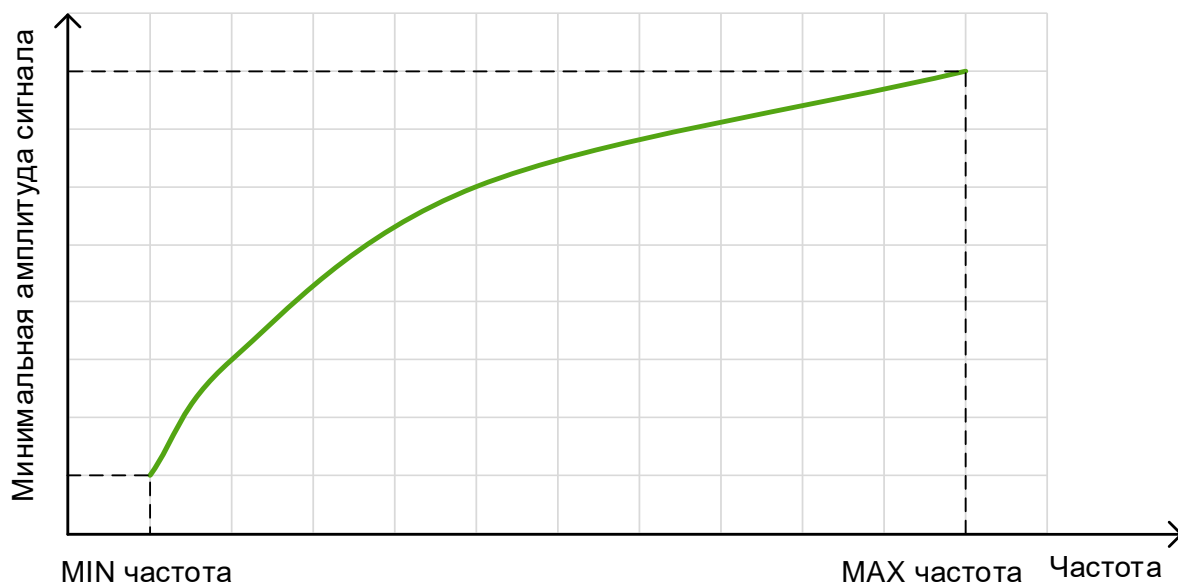


Рисунок 9.5 – Зависимость минимальной амплитуды полезного сигнала от частоты

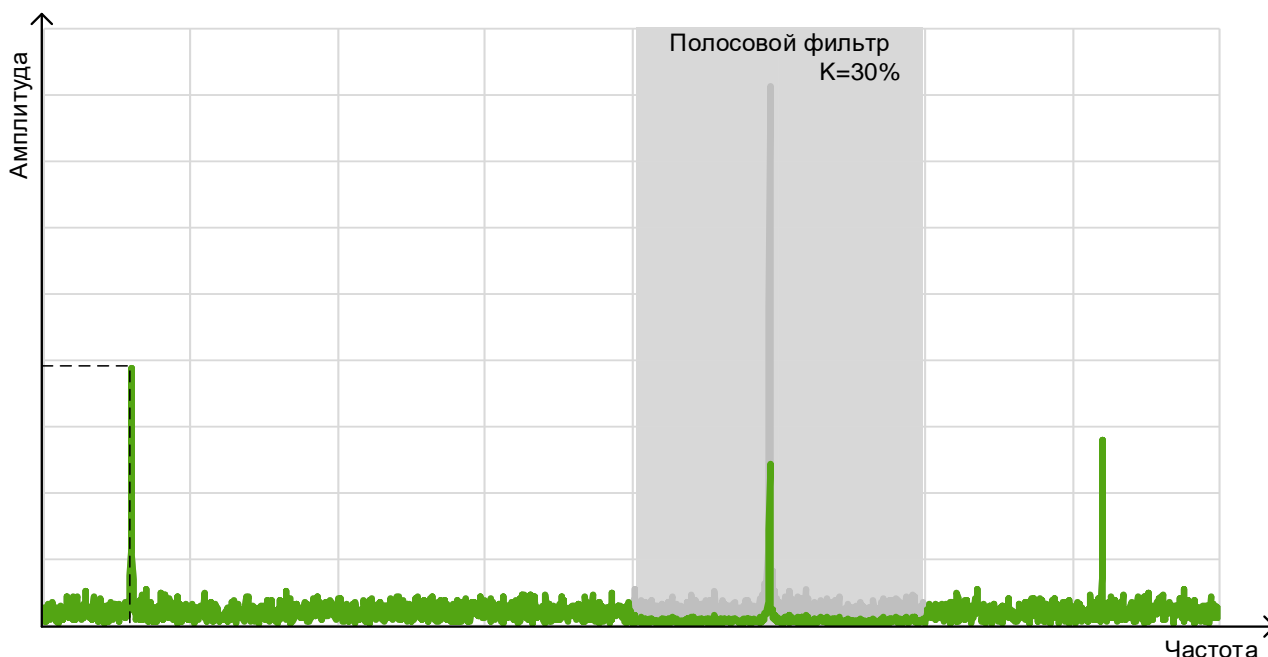
Электронный блок вихревого расходомера поддерживает несколько типов фильтров:

- 4 полосовых фильтра;
- адаптивный фильтр;
- отсечка по амплитуде;
- отсечка по минимальному расходу;
- усреднение по времени;
- медианный фильтр;
- полосовой фильтр на 50 Гц.

Все фильтры настраиваются при выпуске прибора, таким образом, чтобы обеспечить работоспособность прибора при минимальных значениях давления. В большинстве случаев этого достаточно, чтобы без настройки эксплуатировать прибор. Однако при воздействии внешних факторов может потребоваться дополнительная настройка на месте эксплуатации.

Полосовые фильтры предназначены для изменения амплитуды сигнала в определенной полосе частот. Каждый полосовой фильтр задается тремя параметрами:

- нижняя граница частоты, Гц;
- верхняя граница частоты, Гц;
- масштабный коэффициент амплитуды, %.

**Рисунок 9.6 – Полосовой фильтр**

Включение полосовых фильтров включается битами 1-4 регистра Modbus 40013 или битами 1-4 переменной HART 98. Значения граничных частот и масштабных коэффициентов задаются в регистрах Modbus 40075-40098 или в переменных HART 34-45 (см. **приложения Д, Е**). Если масштабный коэффициент равен 100%, спектр сигнала не изменяется. В противном случае все гармоники, попадающие в диапазон от нижней граничной частоты до верхней граничной частоты, умножаются на масштабный коэффициент (в случае если фильтр включен). Если частотные диапазоны нескольких фильтров перекрываются, умножение сигнала в перекрывающейся части диапазона происходит на каждый масштабный коэффициент.

Полосовые фильтры могут помочь в борьбе с самоходом, когда полезного сигнала нет. Однако при неправильной настройке фильтра прибор может перестать работать в диапазоне действия фильтров. Необходимо обязательно проверить работоспособность прибора в указанном диапазоне.

Адаптивный фильтр включается битом 10 регистра Modbus 40013 или битом 10 переменной HART 98. Адаптивный фильтр представляет собой набор из нескольких точек (до 4), каждая из которых задается своей частотой и амплитудой. Для этого используются регистры Modbus 40101-40116 или переменные HART 46-53 (см. **приложения Д, Е**). Для каждой частотной составляющей сигнала сравнивается амплитуда со значением, установленным с помощью адаптивного фильтра. Если амплитуда частотной составляющей меньше соответствующей амплитуды, установленной с помощью адаптивного фильтра, то амплитуда для этой частотной составляющей приравняется к 0.

Заводская настройка адаптивного фильтра производится следующим образом. Для точки 1 задается значение частота при минимальном расходе калибровки. Для второй точки задается значение частоты при расходе 10% от максимального паспортного расхода. Для третьей точки задается значение частота при расходе 50% от максимального паспортного расхода. Для четвертой точки выбирается значение частоты, соответствующее максимальному паспортному расходу. Значение амплитуды для каждой из точек устанавливается на уровне 0,2 от минимальной амплитуды при соответствующем расходе. **На рисунке 9.7** показана конфигурация адаптивного фильтра. Сигнал, попадающий в серую область на рисунке, игнорируется.

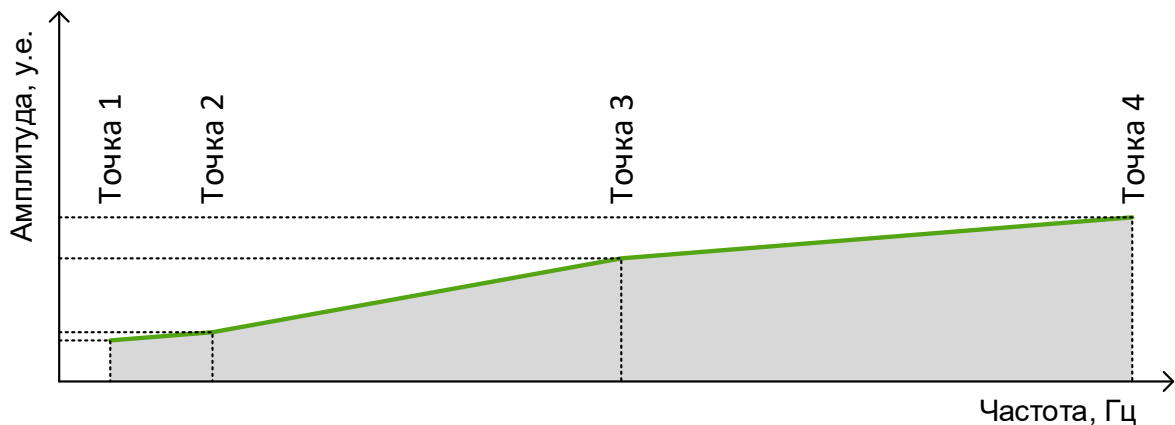


Рисунок 9.7 – Конфигурация адаптивного фильтра

На рисунке 9.8 показан пример фильтрации сигнала адаптивным фильтром.

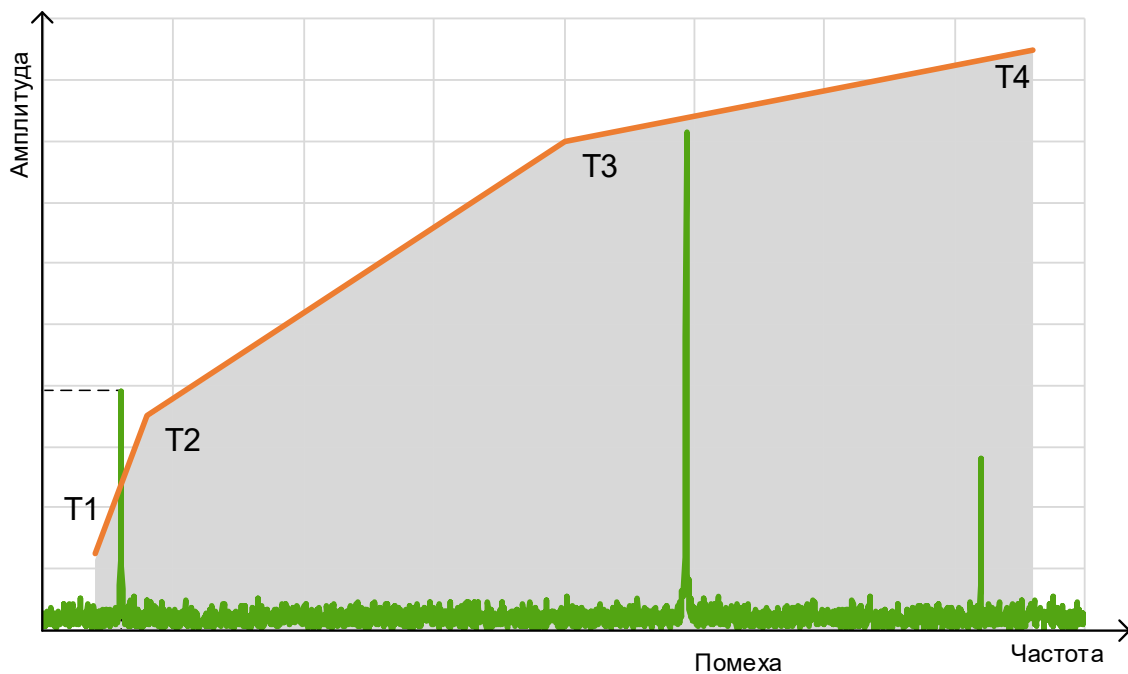


Рисунок 9.8 – Фильтрация сигнала адаптивным фильтром

Отсечка по амплитуде является защитой от шума (см. **рисунок 9.9**). Уровень сигнала зависит от параметров среды: температуры, давления и плотности. Чем выше давление и плотность, тем выше амплитуда сигнала, но при высоких значениях температуры уровень сигнала может быть ниже, чем при стандартных условиях. Если амплитуда высшей гармоники сигнала меньше установленной отсечки, то величина расхода приравнивается к нулю.

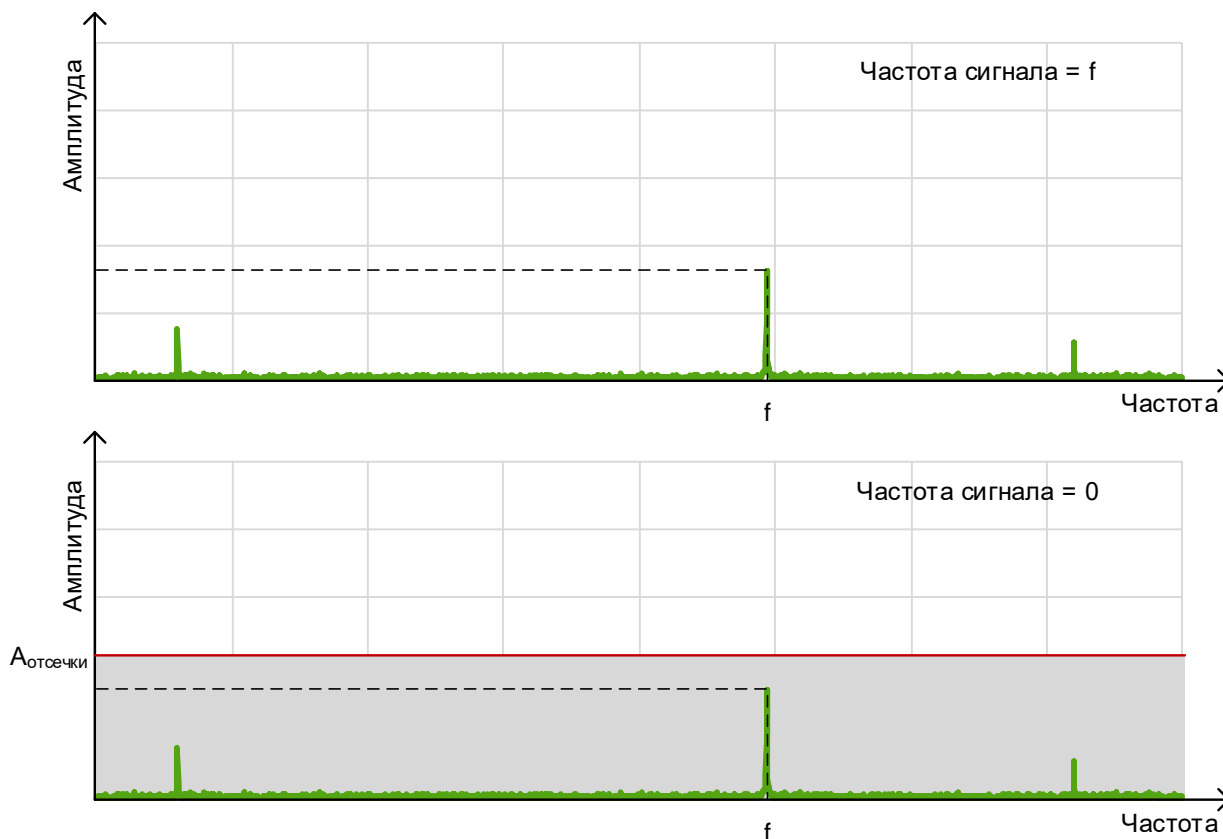


Рисунок 9.9 – Отсечка по амплитуде

Отсечка по амплитуде представляет собой величину амплитуды в у.е., заданную в регистре Modbus 40017 или переменной HART 20. Если значение амплитуды сигнала меньше значения отсечки, измеренная частота сигнала приравнивается к нулю. Отсечка по амплитуде действует для сигналов во всем диапазоне частот.

Отсечка по минимальному расходу (см. **рисунок 9.10**) является простым способом борьбы с самоходом, когда помеха близка к минимальному расходу. Если фильтр установлен выше минимального расхода, то паспортный диапазон будет снижен.

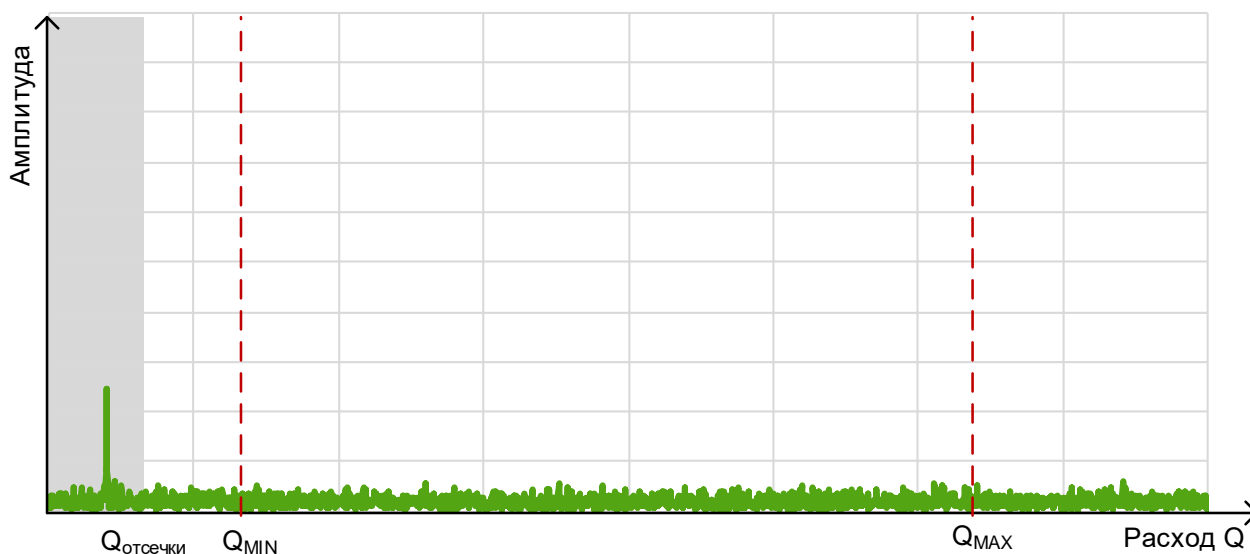


Рисунок 9.10 – Отсечка по минимальному расходу

Поскольку расход прямо пропорционален частоте, при установке отсечки по минимальному расходу, сначала по значению частоты вычисляется соответствующее значение расхода, а затем это значение сравнивается с установленным значением отсечки по минимальному расходу. Отсечка по минимальному расходу представляет собой величину расхода в м³/ч, заданную в регистре Modbus 40037 или переменной HART 21. Если вычисленное значение расхода меньше значения отсечки, расход приравнивается к нулю.

Усреднение по времени позволяет усреднять измеренные значения частоты за время, указанное в регистре Modbus 40019 или в переменной HART 118 (в секундах, целое значение).

Медианная фильтрация представляет собой способ защиты от случайной помехи. Медианный фильтр может использоваться на 3, 5, 7, 9 или 11 точек и конфигурируется битами 6-9 регистра Modbus 40013 или переменной HART 99. Медианный фильтр позволяет использовать среднее значение из N последних измерений частоты, где N соответствует выбранному количеству точек.

Полосовой фильтр на 50 Гц предназначен для изменения амплитуды сетевой помехи с частотой 50 Гц. Полосовой фильтр задается двумя параметрами:

- ширина полосы подавления, Гц;
- амплитуда подавления, у.е.;

Данный полосовой фильтр предназначен для фильтрации сетевой помехи с частотой 50 Гц. Полоса подавления фильтра задается симметрично относительно частоты 50 Гц. Ширина полосы подавления задается в регистре Modbus 40135 или переменной HART 135. Амплитуда подавления при этом вычитается из гармоник спектра попадающих в область действия фильтра. Амплитуда подавления задается в регистре Modbus 401374 или переменной HART 136.

Стабильность и уровень сигнала зависит от техпроцесса, и каждый раз должны определяться пользователем при работе с прибором. Но для долговременной и стабильной работы прибора не рекомендуется устанавливать отсечку выше, чем 0,5 от минимальной амплитуды сигнала.

Значение амплитуды сигнала после всех фильтров может быть получено считыванием регистра Modbus 30010 (переменная HART 6). Вычисленное значение частоты сигнала может находиться в регистре Modbus 30016 (переменная HART 7). Для оценки поведения сигнала можно

обратиться к упрощенному спектру сигнала, представляющему собой амплитуды и частоты наивысших четырех гармоник. Это регистры Modbus 30111-30125 или переменные HART 10-17.

9.8 Возможные неисправности и способы их устранения

Возможные неисправности и способы их устранения приведены в **таблице 9.3**.

Для вывода и индикации неисправностей в электронном блоке используются: светодиод «Статус» на интерфейсной плате (со стороны клеммных колодок), плата индикации и диагностический регистр 30001. Состояние устройства может быть также считано командой 48 HART (см. **приложение Е**). Светодиод «Статус» включается при возникновении одной из неисправностей, перечисленных в **таблице 9.4**.

Таблица 9.3 – Способы устранения типовых неисправностей

| Неисправность | Вероятная причина | Способ устранения |
|--|--|--|
| 1 При включенном питании и наличии потока подключенный регистрирующий прибор или программа «ЭМИС Интегратор» показывают расход равный «0». На частотно-импульсном выходе отсутствуют сигналы. | Неправильное подключение проводов питания и сигнальных проводов к расходомеру. | Произвести проверку подключения кабеля или проводов питания согласно схемам подключения приложения В. |
| | Обрыв проводов подключения питания или сигнальных проводов. | Проверить и в случае обрыва заменить кабель или провода питания и сигнальные провода. |
| | Напряжение питания не соответствует необходимому значению. | Проверить источник питания и установить напряжение питания в соответствии с требованиями п.7.1 данного руководства. |
| | Расход ниже минимального расхода для данного типа расходомера. | Открыть полностью запорно-регулирующую арматуру. |
| | Величина отсечки по силе сигнала расходомера настроена неправильно. | Настроить виброустойчивость с помощью программы «ЭМИС Интегратор» путем уменьшения величины отсечки по силе сигнала. |
| | При подсоединении по цифровому выходу неправильно выбран СОМ порт компьютера. | Необходимо через панель управления компьютера войти в раздел «Система» и определить номер СОМ порта компьютера, к которому подсоединен прибор, после чего в настройках программы «ЭМИС Интегратор» установить соответствующий порт. |
| | Выход из строя электронного блока вследствие внешнего воздействия. | Заменить комплект электронных плат. С помощью программы «ЭМИС Интегратор» восстановить метрологические коэффициенты и настройки прибора. Цифровой файл с настройками прибора запрашивается на заводе-изготовителе. При этом все метрологические характеристики, указанные в паспорте, полностью сохраняются. |

Продолжение таблицы 9.3

| Неисправность | Вероятная причина | Способ устранения |
|--|---|--|
| <p>2 Показания мгновенного расхода на регистрирующем приборе нестабильны.</p> <p>Частотный выходной сигнал расходомера нестабилен.</p> | <p>Монтаж расходомера выполнен с нарушениями требований РЭ расходомера:</p> <ul style="list-style-type: none"> - большая разница между диаметрами трубопровода и расходомера; - не выдержана длина прямых участков; - выступают прокладки. | <p>Монтаж расходомера произвести в соответствии с требованиями к монтажу РЭ расходомера.</p> |
| | <p>Наличие газовых пузырей в жидкости.</p> | <p>Удалить газовые включения.</p> |
| | <p>Вышел из строя чувствительный элемент (сенсор).</p> | <p>Заменить чувствительный элемент (сенсор).</p> |
| | <p>Несоответствие реального расхода диапазону расхода установленной модели расходомера.</p> | <p>Заменить расходомер на другой, у которого, диапазон измеряемого расхода соответствует реальному расходу.</p> |
| <p>3 Потока измеряемой среды в трубопроводе нет, а на выходных линиях фиксируются сигналы наличия расхода среды</p> | <p>Высокий уровень вибрации трубопровода, который превышает заявленные параметры виброустойчивости.</p> | <p>Необходимо выполнить следующие мероприятия для устранения неисправности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - заполнить трубопровод измеряемой средой; - изменить положение расходомера, повернув корпус вокруг оси на 90°; - с помощью программы «ЭМИС Интегратор» увеличить значение отсечки по силе сигнала; - выявить источник вибрации (например – насос) и уменьшить величину вибрации закреплением источника вибрации и трубопровода в месте установки расходомера; - с помощью программы «ЭМИС Интегратор» настроить фильтрацию сигнала с сенсора. |


Плата индикации с магнитными кнопками (исполнение «СИ») индицирует возникающие неисправности символом  в правом верхнем углу дисплея. Подробнее о работе с платой индикации см. **раздел 9.3.**

Таблица 9.4 – Перечень неисправностей, индицируемых светодиодом «Статус»

| Бит диагностического регистра Modbus 30001 | Описание ошибки |
|--|---|
| бит 3 | нарушение межпроцессорной связи |
| бит 4 | слишком низкое напряжение питания токовой петли |
| бит 5 | ток петли не соответствует аналоговому сигналу |

При наличии неисправности, индицируемой с помощью светодиода или выводимой на плате индикации, а также выводимой в диагностическом регистре, необходимо проверить её наличие и устранить её.

В случае если не удастся устранить неисправность и отремонтировать электронный блок или при плановой поверке блока не удастся получить заявленные точностные характеристики, необходимо обратиться на предприятие-изготовитель или в сервисный центр.

Ремонт электронных блоков допускается только с применением ЗИП производства АО «ЭМИС». Производитель не несет гарантийных обязательств в случае ремонта электронных блоков при помощи ЗИП стороннего изготовителя.

9.9 Диагностика (NAMUR NE107)

Рекомендация NAMUR NE 107 классифицирует диагностическую информацию по специальным категориям. Перечень категорий представлен в таблице 9.5.

Таблица 9.5 – Классификация диагностической информации NAMUR NE 107

| Обозначение категории | Категория | Описание |
|-----------------------|--------------------------|--|
| F | Failure / Отказ (Ошибка) | Нештатное состояние, приводящее к невозможности дальнейшей эксплуатации. |

Продолжение таблицы 9.5

| Обозначение категории | Категория | Описание |
|-----------------------|---|--|
| C | Function check / Функциональное тестирование | Калибровка, симуляция, поверка и т.п. |
| S | Out of specification / Несоответствие спецификации (Предупреждение) | Выход параметра за диапазон, несохраненные настройки, наличие пузырьков газа в жидкости и т.п. При этом устройство может продолжать функционировать. |
| M | Maintenance required / Запрос на обслуживание | Самодиагностика показывает «уход» некоторых параметров от штатных значений или, например, подходит срок очередной поверки. |

Диагностическая информация хранится в регистре Modbus 30001. Установленный в единицу бит означает активность события. В **таблице 9.6** представлено побитное описание диагностического регистра, а также категории диагностической информации NAMUR NE 107. В описании битов указаны номера регистров Modbus, более подробное описание, которых можно найти в **приложении Д**.

Таблица 9.6 – Диагностический регистр

| Номер бита | NAMUR NE 107 | Описание |
|------------|--------------|--|
| 0 | F | Ошибка чтения памяти данных устанавливается, если имела место некорректная запись настроек электронного блока, и при считывании имеют место ошибки контрольной суммы. Если ошибки контрольной суммы пропадут при перезаписи настроечных параметров, бит сбросится. Как правило, к сбросу данного бита приводит операция загрузки заводских настроек |
| 1 | S | Выход расхода за диапазон устанавливается, если измеренное значение расхода меньше минимального паспортного расхода (регистр Modbus 40053) или больше максимального паспортного расхода (регистр Modbus 40055) |
| 2 | F | Ошибка самодиагностики устанавливается после запуска процедуры самодиагностики, которая длится в течение 30 секунд, в случае если нарушено определение частоты вихреобразования. Если самодиагностика прошла успешно, бит сбрасывается |
| 3 | F | Ошибка межпроцессорной связи устанавливается, если произошло зависание микроконтроллера или нарушение канала связи (связи нет более 3 секунд). В этом случае рекомендуется произвести аппаратную перезагрузку устройства |
| 4 | F | Низкое напряжение питания устанавливается, если сработал монитор питания (напряжение питания ниже 15,5 В) |
| 5 | F | Ошибка ЦАП устанавливается в случае нарушения связи с микросхемой установки тока |
| 6 | S | Текущие настройки отличаются от заводских – предупреждение, устанавливается в случае, если контрольная сумма текущих и заводских настроек не совпадают |
| 7 | S | Метрологические параметры отличаются от заводских – предупреждение, устанавливается в случае, если контрольная сумма метрологических параметров для текущих и заводских настроек не совпадают |
| 8 | M | Ошибка CRC заводских настроек устанавливается в случае, если произошла неудачная запись заводских настроек. Сбросить бит можно, повторно сохранив заводские настройки |
| 9 | S | Ошибка CRC счетчиков устанавливается если при попытке последней записи счетчиков возникла ошибка. Если следующая запись счетчиков пройдет успешно, ошибка сбросится. В случае возникновения этой ошибки может быть потеряно значение счетчиков |
| 10 | M | Ошибка настройки частотного выхода устанавливается в случае, если максимальный паспортный расход (регистр Modbus 40055) превышает значение расхода, соответствующее частоте 1000 Гц (регистр Modbus 40035), или если ненулевому минимальному паспортному расходу (регистр Modbus 40053) соответствует частота менее 50 мГц. Еще один случай установки этого бита – когда в режиме импульсного выхода длительность импульса, равная половине периода, превышает значение максимальной длительности импульса, установленное в регистре Modbus 40889 |
| 11 | S | Вероятно наличие кавитации устанавливается если вычисленное значение дисперсии (регистр Modbus 30052) больше порогового значения (регистр Modbus 40023) и амплитуда сигнала (регистр Modbus 30010) больше порогового значения амплитуды (регистр Modbus 40933) |
| 12 | S | Вероятно паразитное вихреобразование устанавливается если вычисленное значение дисперсии (регистр Modbus 30052) больше порогового значения (регистр Modbus 40023) и амплитуда сигнала (регистр Modbus 30010) меньше порогового значения амплитуды (регистр Modbus 40933) |
| 13 | S | Низкая температура электроники устанавливается, если температура, измеренная внутренним датчиком (регистр Modbus 30004) оказалась ниже -60 °С |

Продолжение таблицы 9.6

| Номер бита | NAMUR NE 107 | Описание |
|------------|--------------|---|
| 14 | S | Высокая температура электроники устанавливается, если температура, измеренная внутренним датчиком (регистр Modbus 30004) оказалась выше +85 °С |
| 16 | S | Перепополнение накопительного счетчика устанавливается, если значение, которое подлежит записи в регистр накопительного счетчика (регистр Modbus 30024), выходит за диапазон (больше 4 294 967 294 м ³) |
| 17 | S | Перепополнение обнуляемого счетчика устанавливается, если значение, которое подлежит записи в регистр обнуляемого счетчика (регистр Modbus 30030), выходит за диапазон (больше 4 294 967 294 м ³) |
| 18 | M | Заводские настройки не сохранены устанавливается, если не была выполнена операция сохранения заводских констант. При этом операцию загрузки заводских констант выполнить невозможно. При выполнении этой операции будут восстановлены константы по умолчанию |

9.10 Сброс (обнуление) счетчиков

Сброс (обнуление) счетчиков обнуляемого объема и накопленного объема производится с помощью индикатора электронного блока, либо по протоколам Modbus или HART. Порядок сброса счетчиков, необходимые уровни доступа, а также номера регистров приведены в **таблице 9.7**. Для сброса по Modbus необходимо записать «1» в соответствующий бит регистра флагов (Coils)

Таблица 9.7 – Сброс счетчиков обнуляемого и накопленного объема

| Счетчик | Индикатор | № регистра Modbus | HART | Уровень доступа |
|-------------------|---------------------------------|-------------------|--|-----------------|
| Обнуляемый объем | НАСТРОЙКИ→СЛУЖЕБНОЕ→СБРОС О.СЧ. | 10003 | Device settings→Actions→Coils→Reset Counters | 1 |
| Накопленный объем | НАСТРОЙКИ→СЛУЖЕБНОЕ→СБРОС Н.СЧ. | 10004 | Device settings→Actions→Coils→Reset Total Counters | 2 |

Приложение А. Перечень ссылочных документов

(справочное)

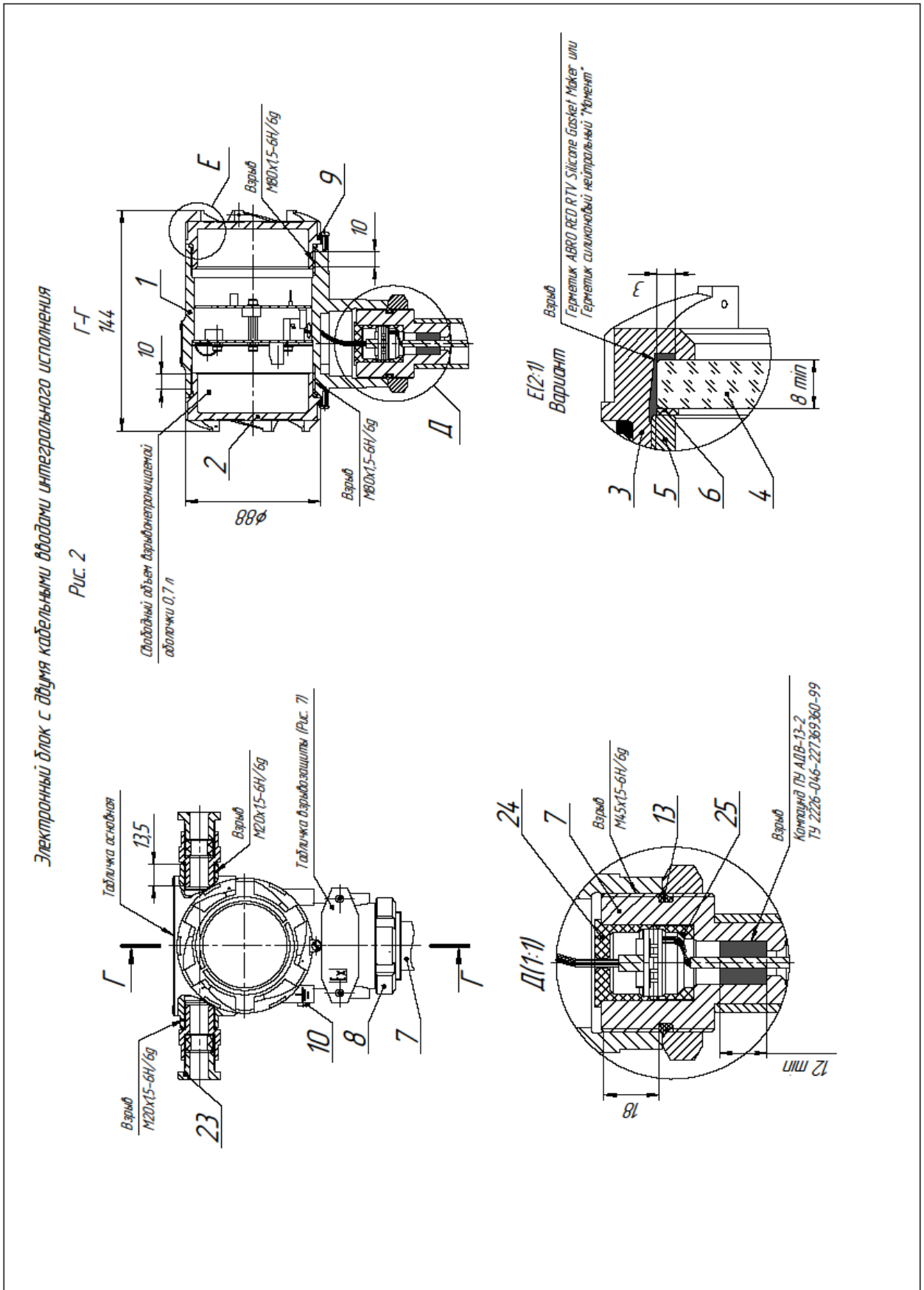
Таблица А.1 – Перечень ссылочных документов

| Обозначение документа | Наименование | Номера пунктов |
|---|--|----------------|
| ВСН 332-74 | Инструкция по монтажу электрооборудования, силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон | 5.2 |
| ГОСТ 6651-2009 | Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний | 7.7 |
| ГОСТ Р 8.662-2009 | Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Газ природный. Термодинамические свойства газовой фазы. Методы расчетного определения для целей транспортирования и распределения газа на основе фундаментального уравнения состояния AGA8 | 9.5 |
| ГОСТ 14254-2015 | Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP) | 2 |
| ГОСТ 15150-69 | Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды | 2 |
| ГОСТ 31610.0-2014 | Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования | 2 |
| ГОСТ 31610.1-2012 | Взрывоопасные среды. Часть 1. Оборудование с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемые оболочки «d» | 2 |
| ГОСТ 31610.11-2014 | Взрывоопасные среды. Часть 11. Оборудование с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь «i» | 2 |
| ГОСТ 31610.17-2012 (IEC 60079-17:2002) | Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок) | 2 |
| ГСССД МР 147-2008 | Методика. Расчет термодинамических характеристик воды и водяного пара | 9.5 |
| Приказ от 19 ноября 2013 года N 550 | Правила безопасности в угольных шахтах | 5.2 |
| Приказ Минтруда России от 24 июля 2013г №328н | Приказ Минтруда России от 24 июля 2013г №328н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» | 5.2 |
| ПУЭ | Правила устройств электроустановок | 2, 5.2 |
| ПЭЭП | Правила эксплуатации электроустановок потребителей | 2 |

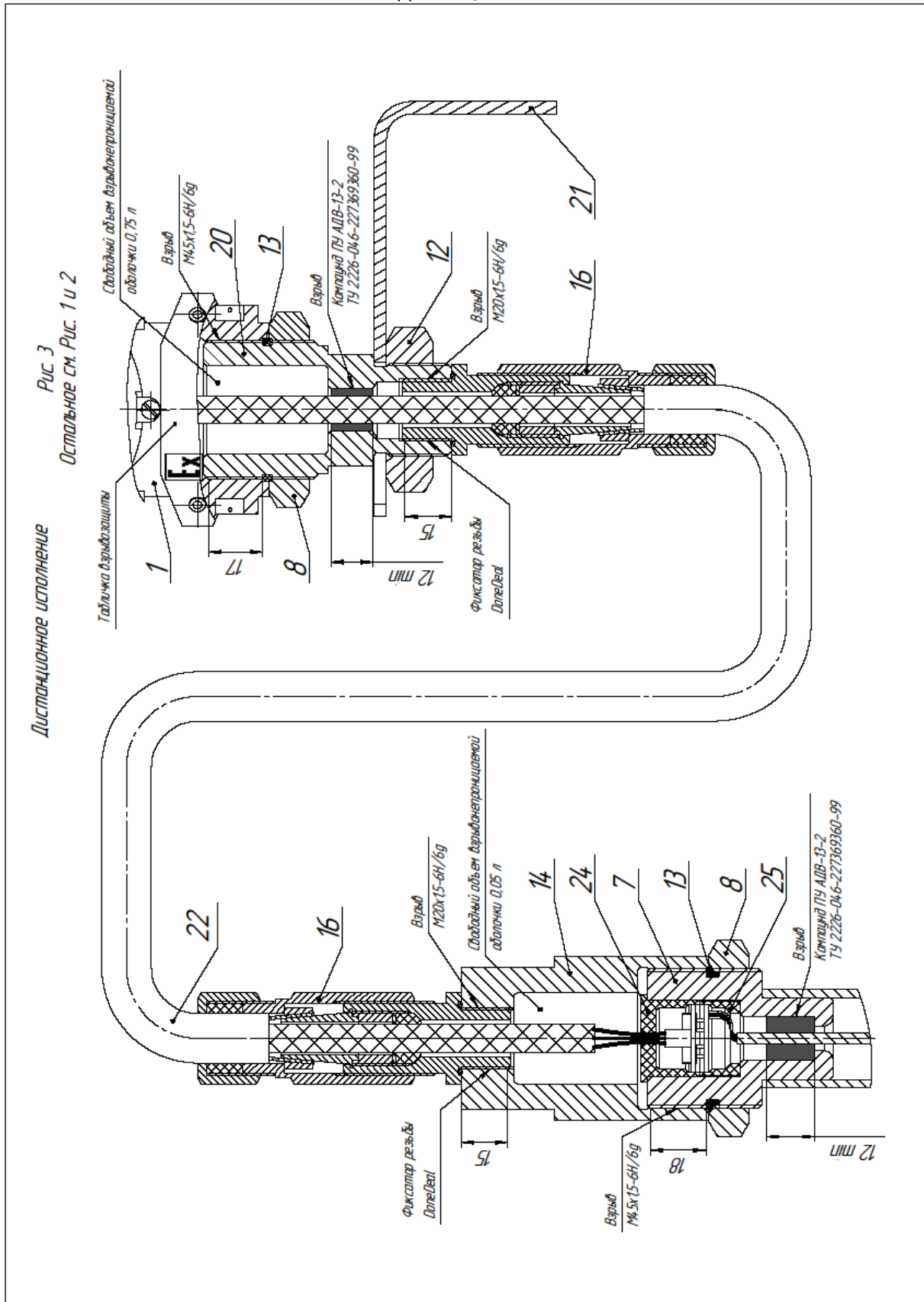
Продолжение таблицы А.1

| Обозначение документа | Наименование | Номера пунктов |
|------------------------------|---|-----------------------|
| ГОСТ Р 52931-2008 | Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия | 2 |
| ГОСТ 30319.2-2015 | Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление физических свойств на основе данных о плотности при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода | 9.5 |
| ГОСТ 30319.3-2015 | Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление физических свойств на основе данных о компонентном составе | 9.5 |
| ГСССД 8-79 | Воздух жидкий и газообразный. Плотность, энтальпия, энтропия и изобарная теплоемкость при температурах 70-1500 К и давлениях 0,1-100 Мпа | 9.5 |
| ГСССД МР 113-03 | Определение плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости влажного нефтяного газа в диапазоне температур 263...500 К при давлениях до 15 Мпа | 9.5 |

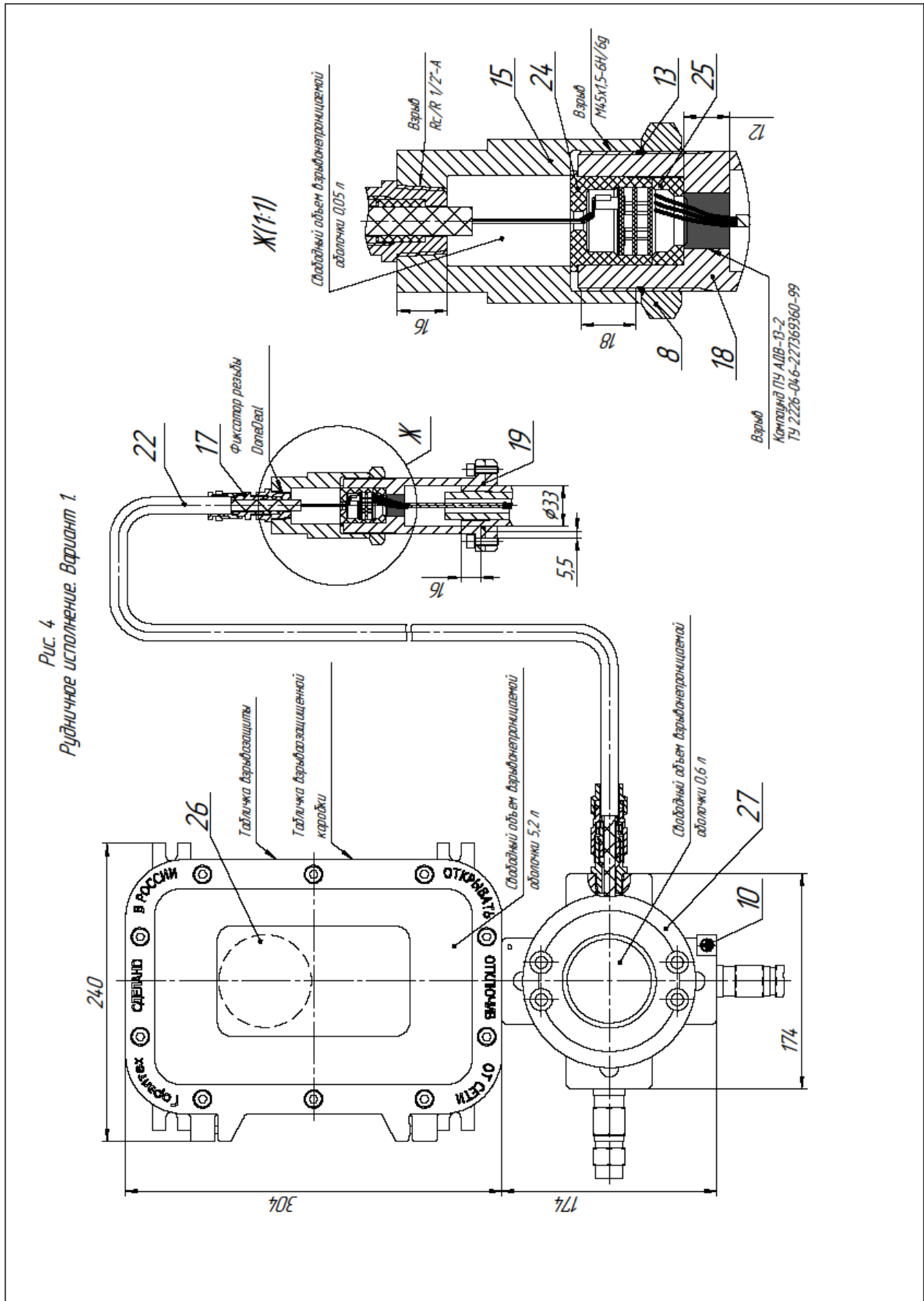
Исполнение с электронным блоком с двумя кабельными вводами



Дистанционное исполнение



Рудничное исполнение РВ, РО



Приложение В. Схемы подключения электронного блока

(обязательное)

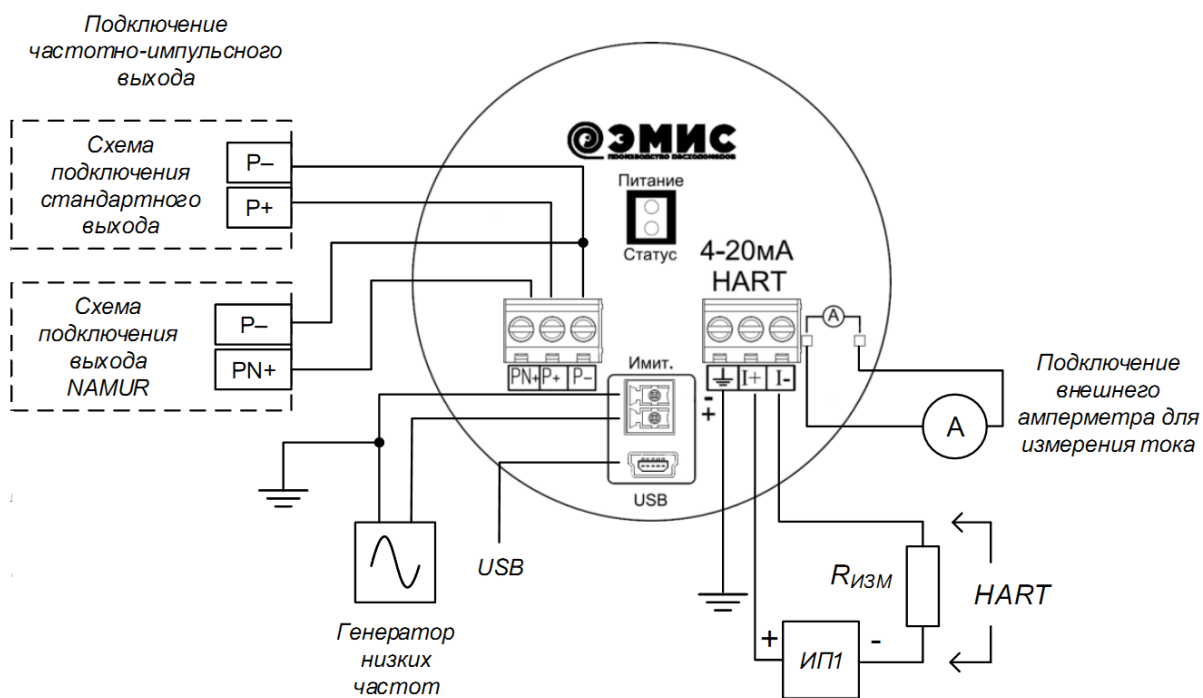
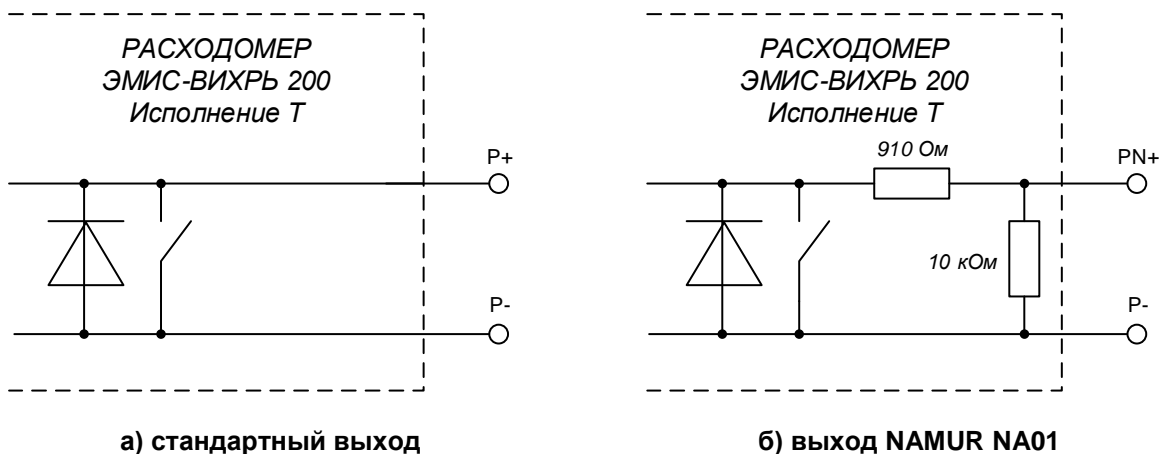


Рисунок В.1 – Схема подключения электронного блока без разъема

Примечания:

- источник питания ИП1 используется для питания расходомера и является обязательным. ИП1 – источник питания постоянного тока напряжением от 16 до 30 В;
- сопротивление измерительного резистора $R_{изм}$ определяется в соответствии с требованиями пункта 7.1;
- внутренние схемы частотно-импульсных выходов приведены на рисунке В.2. Электрические параметры частотно-импульсных выходов приведены в таблице 7.2. Источник питания частотно-импульсного выхода может отсутствовать, в случае если частотно-импульсный выход не используется.



а) стандартный выход

б) выход NAMUR NA01

Рисунок В.2 – Внутренняя схема частотно-импульсных выходов

ХР1

| Цепь | Конт |
|----------------------|------|
| | 1 |
| | 2 |
| Заземление | 3 |
| Част./имп. выход РN+ | 4 |
| | 5 |
| | 6 |
| Питание I- | 7 |
| Питание I+ | 8 |
| Част./имп. выход Р- | 9 |
| Част./имп. выход Р+ | 10 |

Рисунок В.3 – Схема подключения электронного блока с разъемом

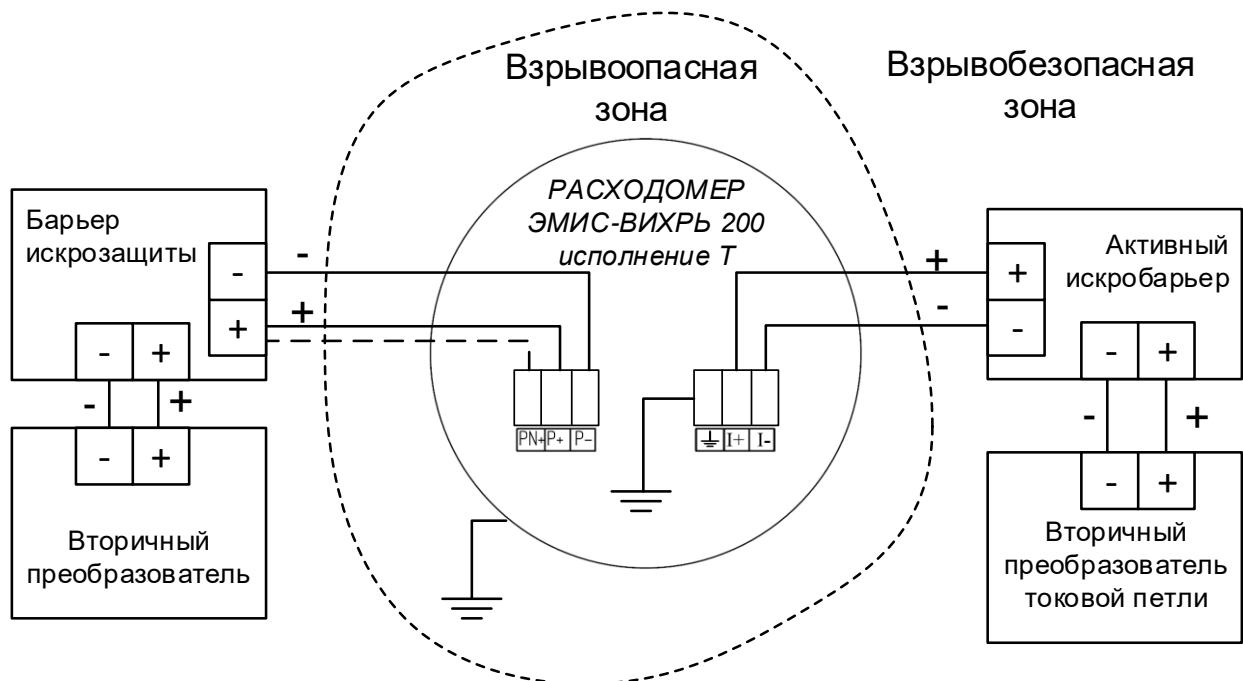


Рисунок В.4 – Схема подключения расходомеров взрывозащищенных исполнений ExB, ExC, ExiaB, ExiaC с использованием барьеров искрозащиты

Примечание. Для цепи частотного сигнала допускается использовать барьер искрозащиты ЭНИ-БИС-108-Ex, для цепи 4-20 мА + HART - барьер искрозащиты Элемер-Бриз 420-Ex-K1-12-A, (необходим 1 канал блока питания ЭМИС-БРИЗ-90 2к-250).

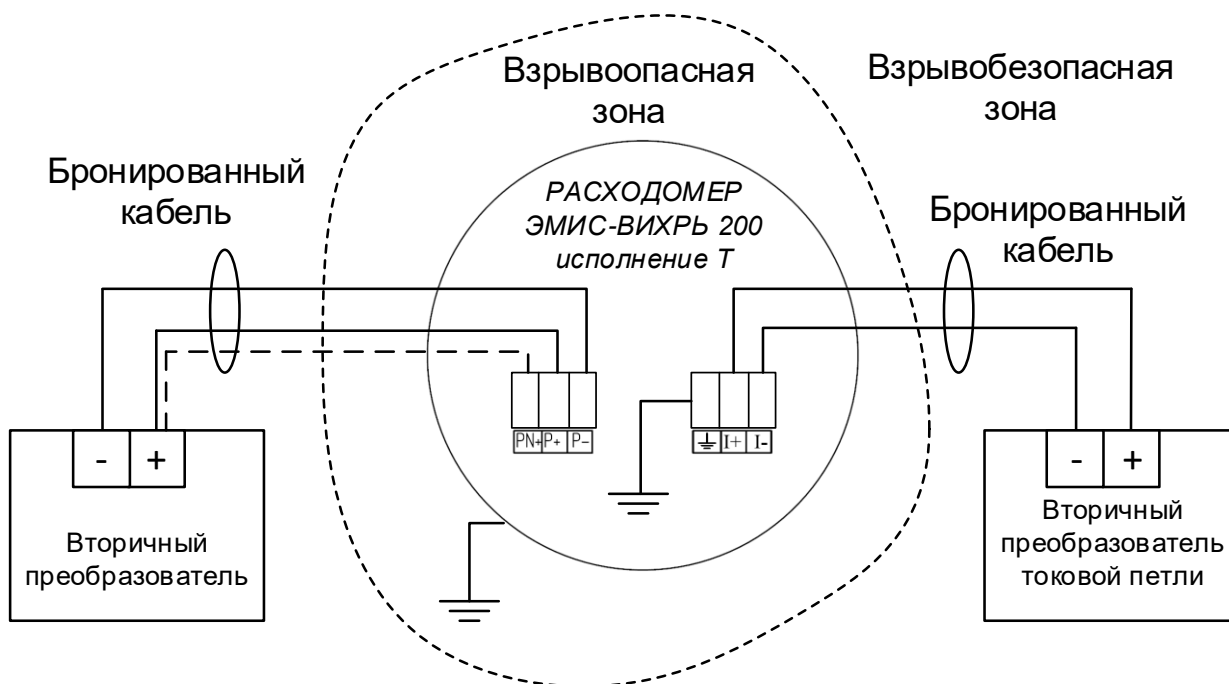


Рисунок В.5 – Схема подключения расходомеров взрывозащищенных исполнений ExB, ExC, ExiaB, ExiaC с комбинированным типом взрывозащиты

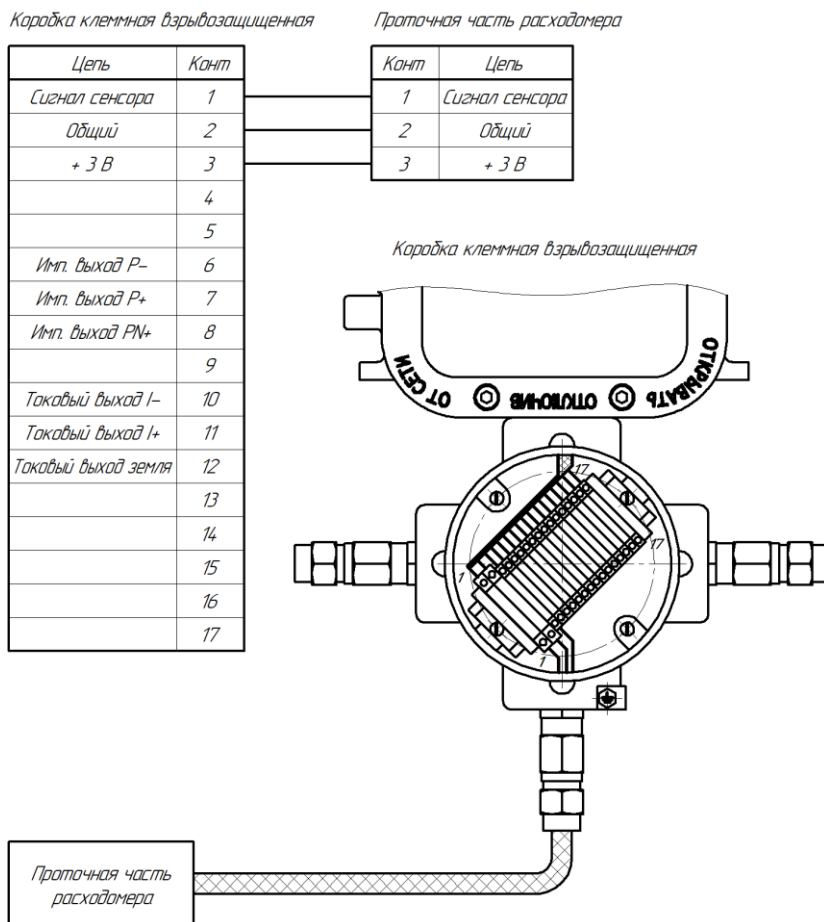


Рисунок В.6 – Расположение зажимов клеммных колодок для взрывозащищенных исполнений комбинированного типа с рудничной взрывозащитой

Приложение Г. Карта меню индикатора

(справочное)

Карта меню индикатора представлена в **таблице Г.1**. В таблице приняты следующие цветовые обозначения

| | |
|--|------------------------------------|
| | Действие (coil) |
| | Информационный параметр |
| | Параметр с редактируемым значением |
| | Проходной пункт |
| | Выбор значений из списка |
| | Диагностика |
| | ... Как в предыдущем пункте |

Меню имеет до 7 уровней вложенности, перечисленных в таблице слева направо. Уровень 7 используется только для установки маски ошибок низкого и высокого уровня тока и имеет 2 пункта: «ОТКЛЮЧИТЬ / OFF», «ВКЛЮЧИТЬ / ON». В каждой ячейке таблицы отображается формат вывода параметра на русском и английском языке. В правом столбце указаны начальные адреса регистров Modbus, отображающих соответствующий параметр (**приложение Д**).

Для редактируемых параметров в левом столбце таблицы зеленым цветом указан формат редактирования и единицы измерения (при наличии), а также «→» если параметр имеет знак.

Для информационных параметров в левом столбце таблицы зеленым цветом указано количество знакомест (включая разделитель) и единицы измерения (при наличии). Для информационных параметров положение запятой определяется автоматически.

Таблица Г.1 – Меню индикации

| Уровень 1 | Уровень 2 | Уровень 3 | Уровень 4 | Уровень 5 | Уровень 6 | Регистр |
|------------------------|---------------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| ИЗМЕРЕНИЯ MEASURING | | | | | | |
| | ПРОЦЕСС PROCESS | | | | | |
| 7 | мЗ mZ | V необнул. V total | | | | 30022 |
| 7 | мЗ mZ | V обнул. V reset. | | | | 30030 |
| 7 | т T | M необнул. M total | | | | 30079 |
| 7 | т T | M обнул. M reset. | | | | 30091 |
| 7 | смЗ SmZ | Vст необнул. Vst total | | | | 30083 |
| 7 | смЗ SmZ | Vст обнул. Vst reset. | | | | 30095 |
| | ВЫХОДНЫЕ OUT | | | | | |
| 6 | мА mA | ТОК 4-20мА CURR.4-20mA | | | | 30020 |
| 6 | Гц Hz | ИМПУЛЬСНЫЙ OUT FREQ. | | | | 30018 |
| | СИСТЕМНЫЕ SYSTEM | | | | | |
| Таблица | | СПЕКТР SPECTRUM | | | | 30111 |
| 6 | | ДИСПЕРСИЯ DISPERSION | | | | 30052 |
| 5 | оС oC | Твнутр. T inner | | | | 30004 |

| | | | | | | |
|---|----------|--|---------------------------|--|--|-------|
| 6 | Гц Hz | | ЧАСТОТА ВО VORTEX FREQ | | | 30016 |
|---|----------|--|---------------------------|--|--|-------|

Приложение Г
Продолжение таблицы Г.1

| Уровень 1 | Уровень 2 | Уровень 3 | Уровень 4 | Уровень 5 | Уровень 6 | Регистр |
|-----------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------|--------------------------|---------|
| 5 | УЕ(цел) CU | АМПЛИТУДА AMPLITUDE | | | | 30010 |
| 5 | % | % РАСХОДА % OF FLOW | | | | 30012 |
| Таблица | | Зн.Адапт.Ф Adapt.Val. | | | | 30161 |
| НАСТРОЙКИ SETTINGS | | | | | | |
| | ВЫХОДЫ OUTPUTS | | | | | |
| | | ТОК 4-20мА CURR.4- 20mA | | | | |
| | | | ПЕРЕМЕННЫЕ VARIABLES | | | 40006 |
| | | | | PV | | |
| | | | | | ОТКЛ. OFF | |
| | | | | | РАСХОД FLOW | |
| | | | | | ОБ.РАСХ.СТ S.VOL.FLOW | |
| | | | | | МАСС.РАСХ. MASS FLOW | |
| | | | | | ПОГР.РЕЖ. SUBMER.FLOW | |
| | | | | SV | | |
| | | | | | ОТКЛ. OFF | |
| | | | | | РАСХОД FLOW | |
| | | | | | ОБ.РАСХ.СТ S.VOL.FLOW | |
| | | | | | МАСС.РАСХ. MASS FLOW | |
| | | | | | ПОГР.РЕЖ. SUBMER.FLOW | |
| | | | | | ОБН.СЧ.ОБ. VOL.RESET. | |
| | | | | | НАК.СЧ.ОБ. VOL.TOTAL. | |
| | | | | | ПОГ.НЕОБ. TOT.SUBMER. | |
| | | | | | ПОГР.ОБН. RES.SUBMER. | |
| | | | | | НАК.ОБ.СТ. VOL.ST.T. | |
| | | | | | ОБН.ОБ.СТ. VOL.ST.R. | |
| | | | | | НАК.МАССА MASS TOT. | |

Продолжение таблицы Г.1

| Уровень 1 | Уровень 2 | Уровень 3 | Уровень 4 | Уровень 5 | Уровень 6 | Регистр |
|-------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|---------|
| | | | | | ОБ. МАССА RES.MASS | |
| | | | | TV | ... | |
| | | | | QV | ... | |
| 000000.0 м3/ч(кг/ч, см3/ч) | м3/h(kg/h, см3/h) | | РАСХОД 4мА FLOW 4mA | | | 40033 |
| 000000.0 м3/ч(кг/ч, см3/ч) | м3/h(kg/h, см3/h) | | РАСХОД 20мА FLOW 20mA | | | 40035 |
| -0.0000 | | | СДВИГ ZERO | | | 40943 |
| 0.0000 | | | МНОЖИТЕЛЬ GAIN | | | 40945 |
| 00.000 мА мА | | | ФИКСИР.ТОК FIXED CURR. | | | 40950 |
| | | | ТИП ВЫХОДА OUTPUT TYPE | | | 40010 |
| | | | | СТАНДАРТ. STANDARD | | |
| | | | | NAMUR NE43 | | |
| | | | ОШИБКИ ERRORS | | | |
| | | | | НИЗКИЙ ТОК LOW CURRENT | | 40011 |
| | | | | | СБОЙ FLASH FLASH ERR. | |
| | | | | | СВЯЗЬ INTERCONN. | |
| | | | | ВЫСОКИЙ ТОК HIGH CURR. | | 40012 |
| | | | | | СБОЙ FLASH FLASH ERR. | |
| | | | | | ВЫХОД РАСХ. FLOW OUT | |
| | | | | | СВЯЗЬ INTERCONN. | |
| | | | | | КАВИТАЦИЯ CAVITATION | |
| | | | | | ХАОТ.ВИХР. CHAOT.VORT | |
| | | | | | НИЗКАЯ Т. LOW TEMP. | |
| | | | | | ВЫСОКАЯ Т. HIGH TEMP. | |
| | | ИМПУЛЬСНЫЙ PULSE | | | | |
| | | | РЕЖИМ MODE | | | 40007 |
| | | | | Ч.ОБ.РАСХ. F.VOL.FLOW | | |

Продолжение таблицы Г.1

| Уровень 1 | Уровень 2 | Уровень 3 | Уровень 4 | Уровень 5 | Уровень 6 | Регистр |
|---|-----------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------|---------|
| | | | | Ч.ОБ.Р.Ст F.V.FL.ST | | |
| | | | | Ч.МАСС.Р. F.MASS.FL. | | |
| | | | | И.ОБ.РАСХ. P.VOL.FLOW | | |
| | | | | И.ОБ.Р.Ст P.V.FL.ST | | |
| | | | | И.МАСС.Р. P.MASS.FL. | | |
| 0000.00 л 1 | | | ЦЕНА ИМП. PULSE WT | | | 40039 |
| 000000.0 м3/ч(кг/ч, см3/ч) м3/h(kg/h, Sm3/h) | | | РАСХ.1000Гц FLOW 1000Hz | | | 40035 |
| 000000 мкс us | | | ДЛИТ. ИМП. PULSE LEN | | | 40889 |
| | | ДИСПЛЕЙ LCD DISPLAY | | | | |
| | | | 1 СТРОКА ROW 1 | | | 40021 |
| | | | | РАСХОД FLOW | | |
| | | | | ОБ.РАСХ.Ст S.VOL.FLOW | | |
| | | | | МАСС.РАСХ. MASS FLOW | | |
| | | | | РАСХОД П. FLOW SUBM. | | |
| | | | 2 СТРОКА ROW 2 | | | 40022 |
| | | | | НАКОП.ОБ. TOTAL VOL. | | |
| | | | | ОБНУЛ.ОБ. RESET.VOL. | | |
| | | | | НАК.МАССА MASS TOT. | | |
| | | | | ОБ.МАССА RES.MASS | | |
| | | | | НАК.ОБ.П/Р T.VOL.SUBM . | | |
| | | | | ОБН.ОБ.П/Р R.VOL.SUBM . | | |
| | | | | НАК.ОБ.Ст. VOL.ST.T. | | |
| | | | | ОБН.ОБ.Ст. VOL.ST.R. | | |
| 00 | | | КОНТРАСТ CONTRAST | | | 40899 |
| 0 | | | ДЕЛИТЕЛЬ RATIO | | | 40900 |
| 0 | | | КОЛ-ВО ЦИФР NUM.FL.DIG. | | | 40901 |

Продолжение таблицы Г.1

| Уровень 1 | Уровень 2 | Уровень 3 | Уровень 4 | Уровень 5 | Уровень 6 | Регистр |
|-----------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------|---------|
| | КАЛИБРОВКА CALIBRATION | | | | | |
| 000.00000 | | Кф K-factor | | | | 40041 |
| 00.00 | | Корр. Кф Corr. Kf | | | | 40049 |
| -0000.00 | | Кт K temp. | | | | 40057 |
| -000.0 °C | | Тзад. AREA TEMP. | | | | 40031 |
| -000.0 °C | | Тбаз. BASE TEMP. | | | | 40029 |
| 0000.0000 | | Плотн.Р.У. Density | | | | 40025 |
| 0000.0000 | | Плотн.Ст.У DensityStd | | | | 40027 |
| | | ТАБЛИЦЫ TABLES | | | | |
| | | | ДЛЯ ЖИДКОСТИ FOR LIQUID | | | 40807 |
| | | | | ТОЧКА 1 POINT 1 | | |
| 000.0 % | | | | | % от Qmax % of Qmax | |
| -000.0 % | | | | | ПОПРАВКА,% CORRECT.,% | |
| | | | | ТОЧКА 2 POINT 2 | ... | |
| | | | | ТОЧКА 3 POINT 3 | ... | |
| | | | | ТОЧКА 4 POINT 4 | ... | |
| | | | | ТОЧКА 5 POINT 5 | ... | |
| | | | | ТОЧКА 6 POINT 6 | ... | |
| | | | | ТОЧКА 7 POINT 7 | ... | |
| | | | | ТОЧКА 8 POINT 8 | ... | |
| | | | | ТОЧКА 9 POINT 9 | ... | |
| | | | | ТОЧКА 10 POINT 10 | ... | |
| | | | ДЛЯ ГАЗА FOR GAS | ... | | 40847 |
| 0000.00 | | S ПОГРУЖ. S SUBMER. | | | | 40133 |
| | | ФУНКЦИИ FUNCTIONS | | | | 40925 |
| | | | ИМИТ.ПРОВ. IMITAT.TEST | | | |
| | | | | ОТКЛЮЧИТЬ OFF | | |

Продолжение таблицы Г.1

| Уровень 1 | Уровень 2 | Уровень 3 | Уровень 4 | Уровень 5 | Уровень 6 | Регистр |
|-----------------------|--------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------|---------|
| | | | | ВКЛЮЧИТЬ ON | | |
| | | | ТАБЛ.КОРР. TABLE CORR. | ... | | |
| | | | ТЕМП.КОРР. TEMP. CORR. | ... | | |
| | | | ВСЕ КОРР. ALL CORR. | ... | | |
| ДД.ММ.ГГГГ | | ДАТА КАЛИБР CAL.DATE | | | | 40947 |
| | ФИЛЬТРЫ FILTERS | | | | | |
| | | ОТСЕЧКИ THRESHOLDS | | | | |
| 000000.0 м3/ч m3/h | | | МИН.РАСХОД MIN FLOW | | | 40037 |
| 00000 УЕ CU | | | АМПЛИТУДА AMPLITUDE | | | 40017 |
| | | ПОЛОСОВЫЕ ROW RILTERS | | | | 40013 |
| | | | П.ФИЛЬТР 1 ROW FILTER1 | | | |
| 0000.0 Гц Hz | | | | МИН ЧАСТОТА MIN FREQ. | | |
| 0000.0 Гц Hz | | | | МАХ ЧАСТОТА MAX FREQ. | | |
| 00.0 % | | | | КОЭФФИЦИЕНТ COEFFICIENT | | |
| | | | | СОСТОЯНИЕ STATE | | |
| | | | | | ОТКЛЮЧЕН OFF | |
| | | | | | ВКЛЮЧЕН ON | |
| | | | П.ФИЛЬТР 2 ROW FILTER2 | ... | | |
| | | | П.ФИЛЬТР 3 ROW FILTER3 | ... | | |
| | | | П.ФИЛЬТР 4 ROW FILTER4 | ... | | |
| | | АДАПТИВНЫЙ ADAPTIVE | | | | |
| | | | ТОЧКА 1 POINT 1 | | | 40101 |
| 0000.0 Гц Hz | | | | ЧАСТОТА FREQUENCY | | |
| 00000 УЕ CU | | | | АМПЛИТУДА AMPLITUDE | | |
| | | | ТОЧКА 2 POINT 2 | ... | | 40105 |

Продолжение таблицы Г.1

| Уровень 1 | Уровень 2 | Уровень 3 | Уровень 4 | Уровень 5 | Уровень 6 | Регистр |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------|---------|
| | | | ТОЧКА 3 POINT 3 | ... | | 40109 |
| | | | ТОЧКА 4 POINT 4 | ... | | 40113 |
| | | | СОСТОЯНИЕ STATE | | | 40013 |
| | | | | ОТКЛЮЧЕН | | |
| | | | | ВКЛЮЧЕН | | |
| | | МЕДИАННЫЙ MEDIAN | | | | 40013 |
| | | | ВЫКЛЮЧЕН OFF | | | |
| | | | 3 ТОЧКИ 3 POINTS | | | |
| | | | 5 ТОЧЕК 5 POINTS | | | |
| | | | 7 ТОЧЕК 7 POINTS | | | |
| | | | 9 ТОЧЕК 9 POINTS | | | |
| | | | 11 ТОЧЕК 11 POINTS | | | |
| 00 c s | | ВРЕМЯ УСР. AVER. TIME | | | | 40019 |
| | ТЕХ.ПРОЦЕСС TEC. PROCESS | | | | | |
| | | СРЕДА AREA | | | | 40004 |
| | | | ЖИДКОСТЬ LIQUID | | | |
| | | | ГАЗ GAS | | | |
| 000.0 м3/ч m3/h | | Qmin ПАСП. Qmin PASP. | | | | 40053 |
| 000000.0 м3/ч m3/h | | Qmax ПАСП. Qmax PASP. | | | | 40055 |
| 000000.0 м3/ч m3/h | | Fmax ВОДА Fmax LIQ. | | | | 40044 |
| 000000.0 м3/ч m3/h | | Fmax ГАЗ Fmax GAS | | | | 40046 |
| | | ДИАМЕТР DIAMETER | | | | 40005 |
| | | | 15 мм 15 mm | | | |
| | | | 25 мм 25 mm | | | |
| | | | 32 мм 32 mm | | | |
| | | | 40 мм 40 mm | | | |
| | | | 50 мм 50 mm | | | |
| | | | 65 мм 65 mm | | | |
| | | | 80 мм 80 mm | | | |

Продолжение таблицы Г.1

| Уровень 1 | Уровень 2 | Уровень 3 | Уровень 4 | Уровень 5 | Уровень 6 | Регистр |
|-----------|----------------------|-----------------------------|--------------------|-----------|-----------|---------|
| | | | 100 мм 100 mm | | | |
| | | | 125 мм 125 mm | | | |
| | | | 150 мм 150 mm | | | |
| | | | 200 мм 200 mm | | | |
| | | | 250 мм 250 mm | | | |
| | | | 300 мм 300 mm | | | |
| | СЛУЖЕБНОЕ SERVICE | | | | | |
| | | ТОЧКИ БПФ FFT POINTS | | | | 40927 |
| | | | 1024 | | | |
| | | | 512 | | | |
| | | | 256 | | | |
| | | | 128 | | | |
| 00 | мин. min. | ВРЕМЯ СОХР. TIME SAVE | | | | 40008 |
| | | ПРЕДЕЛ ИЗМ. LIMIT MEAS. | | | | 40015 |
| | | | Авто AUTO | | | |
| | | | 4000 Гц 4000 Hz | | | |
| | | | 2000 Гц 2000 Hz | | | |
| | | | 1000 Гц 1000 Hz | | | |
| | | | 500 Гц 500 Hz | | | |
| | | | 250 Гц 250 Hz | | | |
| | | | 125 Гц 125 Hz | | | |
| | | | 62.5 Гц 62.5 Hz | | | |
| 0.000 | | ПОРОГ ЧАСТ. FREQ. LIMIT | | | | 40952 |
| | | СБРОС ОШИБ. RST ERRORS | | | | |
| | | ПЕРЕЗАГР. RESET | | | | |
| 00000 | УЕ CU | АМПЛ. КАВИТ. CAVIT. AMP. | | | | 40933 |
| 00000.00 | | ПАРАЗ. ВИХР. PARASITIC | | | | 40023 |
| | | СБРОС Н.СЧ. RST T.COUNT | | | | |
| | | СБРОС О.СЧ. RST R.COUNT | | | | |
| | ПАРОЛЬ PASSWORD | | | | | |

Продолжение таблицы Г.1

| Уровень 1 | Уровень 2 | Уровень 3 | Уровень 4 | Уровень 5 | Уровень 6 | Регистр |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|---------|
| 0000 | | ВВЕСТИ SET | | | | 40895 |
| 0000 | | ИЗМЕНИТЬ CHANGE | | | | 40897 |
| | СОХРАНЕНИЕ SAVE | | | | | |
| | ВОССТАНОВЛ. RESTORE | | | | | |
| ИНФОРМАЦИЯ INFORMATION | | | | | | |
| | ЗАО «ЭМИС» EMIS CJSC | | | | | |
| 0000000000 | N ***** | | | | | 40003 |
| | Вер.ПО: *** SOFT: *** | | | | | |
| | CRC | | | | | |
| | | CRC1 0x**** | | | | 30043 |
| | | CRC2 0x**** | | | | 30044 |
| | | CRCM 0x**** | | | | 30042 |
| | ЗАЩИТА: *** PROTECT:*** | | | | | 40009 |
| | | НЕТ NO | | | | |
| | | ДА YES | | | | |
| | СВЯЗЬ: **** CONN: **** | | | | | 30105 |
| | ДОСТУП * ACCESS * | | | | | 30046 |
| | ДИАГНОСТИКА DIAGNOSTICS | | | | | |
| | | САМОДИАГН. SELF TEST | | | | 40925 |
| | | | ОТКЛЮЧИТЬ OFF | | | |
| | | | ВКЛЮЧИТЬ ON | | | |
| | | ВЫХОДЫ OUTPUTS | | | | |
| 6 мА мА | | | ТОКОВЫЙ CURRENT | | | |
| 6 Гц Hz | | | ИМПУЛЬСНЫЙ PULSE | | | |
| | | ОШИБКИ ERRORS | | | | 30001 |
| | | НАСТР. ЭМУЛ. EMUL . CONFIG | | | | |
| | | | ЭМУЛ.РАСХ. FLOW EMUL . | | | 40956 |
| | | | | ОТКЛЮЧИТЬ | | |
| | | | | ВКЛЮЧИТЬ | | |
| | | | ЭМУЛ. ТОКА CURR . EMUL . | | | 40956 |
| | | | | ОТКЛЮЧИТЬ | | |
| | | | | ВКЛЮЧИТЬ | | |

Приложение Г
Продолжение таблицы Г.1

| Уровень 1 | Уровень 2 | Уровень 3 | Уровень 4 | Уровень 5 | Уровень 6 | Регистр |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|----------------|-----------|-----------|---------|
| 000000.0 м3/ч м3/h | | | РАСХОД FLOW | | | 40954 |
| | ПОГРУЖНОЙ SUBMERSIBLE | | | | | |
| 6 м3/ч м3/h | | РАСХОД МГН. FLOW VALUE | | | | 30073 |
| 6 м3/ч м3/h | | РАСХОД 4мА FLOW 4mA | | | | 30063 |
| 6 м3/ч м3/h | | РАСХОД 20мА FLOW 20mA | | | | 30065 |
| 6 м3/ч м3/h | | РАСХ.1000Гц FLOW 1000Hz | | | | 30059 |
| 6 л l | | ЦЕНА ИМП. PULSE WT | | | | 30057 |
| | LANGUAGE | | | | | 40902 |
| | | РУССКИЙ RUSSIAN | | | | |
| | | ENGLISH | | | | |

Приложение Д. Описание протокола Modbus

(справочное)

Протокол интерфейса практически полностью повторяет спецификации протокола Modbus RTU (Rev.G). Поддерживаются следующие функции:

Таблица Д.1 – Поддерживаемые функции

| Наименование команды (функции) | Код функции (HEX) |
|---|-------------------|
| Стандартные команды: | |
| Чтение регистров флагов (Coils) | 01 |
| Чтение регистров хранения | 03 |
| Чтение входных регистров | 04 |
| Запись одного флага | 05 |
| Запись одного регистра хранения | 06 |
| Запись множественных флагов | 0F |
| Запись множественных регистров хранения | 10 |
| Чтение идентификатора устройства | 11 |

Особенности выполнения отдельных функций будут указаны при их описании.

Функция 01h (чтение значений регистров флагов)

Запрос и ответ стандартные.

Максимальный адрес флага не должен превышать 127.

Функция 03h (чтение регистров хранения)

Данную функцию можно использовать только для чтения регистров хранения, формат запроса и ответа стандартный.

Данную функцию можно использовать только для чтения входных регистров, формат запроса и ответа стандартный.

Далее для описания формата регистров будут использоваться обозначения:

`uint16` – двоичное 16-битное число без знака

`float` – двоичное 32-битное число в формате IEEE 754-2008

`uint32` – двоичное 32-битное число без знака

Регистры длиной более 16 бит размещаются по двум последовательно расположенным логическим адресам в порядке младшее слово, старшее слово. Формат запроса и ответа – стандартный.

Числа в формате `float` состоят из четырех байтов, например число 0,01 в формате IEEE754 представляется как 3C23D70A. В данной реализации протокола для данного числа байты передаются в последовательности d7, 0a, 3c, 23.

Числа в формате `uint32` состоят из четырех байтов. В данной реализации протокола для числа 12d756a0h байты передаются в последовательности 56, a0, 12, d7.

Максимальный адрес регистра не должен превышать 1023, максимальное количество регистров, которое может быть получено данной командой, равно 127.

Функция 04h (чтение входных регистров)

Данную функцию можно использовать только для чтения входных регистров, формат запроса и ответа стандартный.

Ограничение на длину запрашиваемого блока данных соответствует принятому в Modbus RTU, но для целей диагностики в данной реализации функции существует несколько специальных комбинаций адресов и количества запрашиваемых регистров, при которых расходомер, тем не менее, выдает запрашиваемую информацию, что не предусматривается стандартной реализацией протокола:

| Адрес | Количество регистров | Содержимое |
|-------|----------------------|--------------------------------|
| 33073 | 512 | Спектр мощности датчика вихрей |

Значения спектра мощности могут находиться в диапазоне от 0 до 65535.

Максимальный адрес регистра не должен превышать 1023, максимальное количество регистров, которое может быть получено данной командой, равно 127.

Функция 05h (запись одного регистра флагов)

Запрос и ответ стандартные.

Максимальный адрес флага не должен превышать 127.

Функция 06h (запись одного регистра хранения)

Запрос и ответ стандартные. Команда позволяет записать один 16-разрядный регистр.

Максимальный адрес регистра не должен превышать 1023.

Функция 0Fh (запись множественных флагов)

Запрос и ответ стандартные.

Максимальный адрес флага не должен превышать 127.

Функция 10h (запись множественных регистров хранения)

Запрос и ответ стандартные.

Максимальный адрес регистра не должен превышать 1023.

Функция 11h (чтение идентификатора устройства)

Запрос – стандартный.

Ответная посылка содержит:

- Адрес
- Код функции 11h
- Количество байт – 12
- Байт FFh
- Дополнительные данные – ASCII-строка «EV200 10.7.» (11 байт)
- Версия аппаратной реализации «2» или «3»
- Контрольная сумма CRC16

Карта регистров протокола Modbus

В таблице Д.2 указаны регистры флагов (coils в терминологии протокола Modbus).

В таблице Д.3 указаны входные регистры (input registers в терминологии протокола Modbus). Начальный адрес регистра, передаваемый в команде, вычисляется как **№ регистра - 30001**.

В таблице Д.4 указаны регистры хранения (holding registers в терминологии протокола Modbus). Начальный адрес регистра, передаваемый в команде, вычисляется как **№ регистра - 40001**.

В таблице Д.4 указан перечень регистров хранения, обозначение столбца **М** – индикатор метрологических данных.

Подробнее про уровни доступа см. **раздел 9.2**.

Пояснения к таблицам Д.2-Д.4:

- Переменные в формате чисел с плавающей точкой (float) и 32-битные целые числа без знака (int32) занимают по два следующих подряд регистра. В этих случаях в качестве адреса указывается регистр с меньшим номером.

- Регистры флагов считываются функцией 01h, модифицируются функциями 05h, 0Fh.

- Регистры хранения считываются функцией 03h, модифицируются функциями 06h и 10h.

- Входные регистры считываются функцией 04h.

- Для таблиц, содержащих параметры в формате числе с плавающей точкой, указывается адрес первого элемента таблицы, адрес каждого последующего элемента увеличивается на 2.

Таблица Д.2 – Регистры флагов

| № | Адрес | Значение/действие | Уровень доступа |
|-------|-------|--------------------------------|-------------------|
| 10001 | 0 | Возврат к заводским настройкам | 1 (только запись) |
| 10002 | 1 | Сохранение заводских настроек | 2 (только запись) |
| 10003 | 2 | Сброс обнуляемого счётчика | 1 (только запись) |
| 10004 | 3 | Сброс накопительного счётчика | 2 (только запись) |
| 10005 | 4 | Сброс ошибок | 0 (только запись) |
| 10006 | 5 | Перезагрузка устройства | 1 (только запись) |

Таблица Д.3 – Входные регистры

| № | Формат | Переменная HART | Описание переменной |
|-------|--------|-----------------|--|
| 30001 | uint32 | Cmd 48 | <p>Диагностический регистр. Единичные значения битов кодируют следующие ситуации:</p> <p>бит 0 сбой при чтении памяти данных (одиночные ошибки контрольной суммы)</p> <p>бит 1 выход расхода при РУ за метрологический диапазон</p> <p>бит 2 неисправность при самопроверке АЦП.</p> <p>Бит 3 нарушение межпроцессорной связи</p> <p>бит 4 низкое напряжение питания токовой петли</p> <p>бит 5 ток петли не соответствует аналоговому сигналу</p> <p>бит 6 заводские константы отличаются от текущих</p> <p>бит 7 отличаются метрологические заводские константы</p> <p>бит 8 сохраненные заводские константы содержат ошибки CRC</p> <p>бит 9 сохранённые значения счётчиков содержат ошибки CRC</p> <p>бит 10 неправильно настроен частотно-импульсный выход</p> <p>бит 11 вероятно наличие кавитации</p> <p>бит 12 вероятно хаотичное вихреобразование</p> <p>бит 13 выход за пределы температуры электроники (температура ниже -60°C)</p> <p>бит 14 выход за пределы температуры электроники (температура выше +85°C)</p> <p>бит 15 резерв</p> <p>бит 16 переполнение накопительного счетчика</p> <p>бит 17 переполнение обнуляемого счетчика</p> <p>бит 18 заводские настройки не сохранены</p> <p>Бит 19 адаптивный фильтр сработал</p> |
| 30003 | uint16 | – | Служебный |
| 30004 | float | 5 | Температура плат блока электроники в градусах Цельсия. Точность измерения определяется встроенным в процессор датчиком температуры и ориентировочно составляет ± 5 °С. Данный параметр не нормируется. |
| 30006 | uint16 | – | Служебный |
| 30007 | uint16 | – | Служебный |
| 30008 | float | Cmd 2 | Процент от максимального расхода |
| 30010 | float | 6 | Амплитуда сигнала после всех фильтров |
| 30012 | float | 0 | Расход объемный, м ³ /ч |

Продолжение таблицы Д.3

| № | Формат | Пере- менная HART | Описание переменной |
|-------|--------|-------------------------|---|
| 30014 | float | 140 | Расход массовый, кг/ч |
| 30016 | float | 7 | Частота вихреобразования, Гц |
| 30018 | float | 8 | Выходная частота частотного выхода, Гц |
| 30020 | float | Cmd 2 | Выходной ток аналогового выхода, мА |
| 30022 | uint32 | 4 | Накопленный объем, мл |
| 30024 | uint32 | | Накопленный объем, м ³ |
| 30030 | uint32 | 3 | Обнуляемый объем, мл |
| 30032 | uint32 | | Обнуляемый объем, м ³ |
| 30038 | uint32 | – | Служебный |
| 30040 | uint16 | – | Служебный |
| 30041 | uint16 | – | Контрольная сумма заводских настроек |
| 30042 | uint16 | – | Контрольная сумма метрологически значимых переменных |
| 30043 | uint16 | 107 | Контрольная сумма программного кода STM32L071 |
| 30044 | uint16 | 108 | Контрольная сумма программного кода STM32L433 |
| 30045 | uint16 | – | Служебный |
| 30046 | uint16 | – | Текущий уровень доступа (0, 1, 2) – подробнее см. раздел 9.2 |
| 30050 | float | 141 | Объемный расход в стандартных условиях, См ³ /ч |
| 30052 | float | 9 | Дисперсия спектра |
| 30054 | uint32 | 123 | Время работы от включения, с |
| 30056 | uint16 | – | Служебный |
| 30057 | float | 115 | Цена импульса для погружного расходомера, л |
| 30059 | float | 114 | Расход, соответствующий 1000 Гц для погружного расходомера |
| 30061 | float | – | Расход, соответствующий 0 Гц для погружного расходомера |
| 30063 | float | * | Расход, соответствующий 4 мА для погружного расходомера |
| 30065 | float | * | Расход, соответствующий 20 мА для погружного расходомера |
| 30073 | float | 111 | Расход объемный для погружного расходомера, м ³ /ч |
| 30075 | uint32 | 112 | Накопленный объем в погружном режиме, мл |

Продолжение таблицы Д.3

| № | Формат | Пере- менная HART | Описание переменной |
|---------------------|--------|-------------------------|---|
| 30077 | uint32 | | Накопленный объем в погружном режиме, м ³ |
| 30079 | uint32 | 142 | Накопленная масса, г |
| 30081 | uint32 | | Накопленная масса, т |
| 30083 | uint32 | 143 | Накопленный объем при СтУ, Смл |
| 30085 | uint32 | | Накопленный объем при СтУ, См ³ |
| 30087 | uint32 | 113 | Обнуляемый объем в погружном режиме, мл |
| 30089 | uint32 | | Обнуляемый объем в погружном режиме, м ³ |
| 30091 | uint32 | 144 | Обнуляемая масса, г |
| 30093 | uint32 | | Обнуляемая масса, т |
| 30095 | uint32 | 145 | Обнуляемый объем при СтУ, Смл |
| 30097 | uint32 | | Обнуляемый объем при СтУ, См ³ |
| 30105 | uint16 | 117 | Количество ошибок межпроцессорной связи |
| 30107 | float | – | Верхний предел диапазона частот вихреобразования, Гц |
| 30111 | float | 10 | Частота наивысшей гармоники, Гц |
| 30113 | float | 14 | Амплитуда наивысшей гармоники, у.е. |
| 30115 | float | 11 | Частота второй по величине гармоники, Гц |
| 30117 | float | 15 | Амплитуда второй по величине гармоники, у.е. |
| 30119 | float | 12 | Частота третьей по величине гармоники, Гц |
| 30121 | float | 16 | Амплитуда третьей по величине гармоники, у.е. |
| 30123 | float | 13 | Частота четвертой по величине гармоники, Гц |
| 30125 | float | 17 | Амплитуда четвертой по величине гармоники, у.е. |
| 30129 - 30160 | uint32 | – | Служебный |
| 30161 | float | 146 | Значение адаптивного фильтра на частоте наивысшей гармоники |
| 30163 | float | 147 | Значение адаптивного фильтра на частоте второй по величине гармоники |
| 30165 | float | 148 | Значение адаптивного фильтра на частоте третьей по величине гармоники |

Продолжение таблицы Д.3

| № | Формат | Пере- менная HART | Описание переменной |
|-------|--------|-------------------------|---|
| 30167 | float | 149 | Значение адаптивного фильтра на частоте четвертой по величине гармоники |

Примечание *: если в качестве динамической переменной PV выбран расход в погружном режиме (переменная HART 111), то ее минимальное и максимальное значения, считываемые командой 15, соответствуют регистрам Modbus 30063, 30065.

Таблица Д.4 – Регистры хранения

| № | Формат | М | Пере- менная HART | Описание переменной | Уровень доступа |
|-------|--------|---|-------------------------|--|--------------------|
| 40001 | uint16 | – | – | Адрес устройства в сети Modbus. Всегда равен 1 | - |
| 40002 | uint16 | – | – | Скорость обмена данными по интерфейсу Modbus. Всегда соответствует 38400 бит/с | - |
| 40003 | uint32 | – | 124 | Серийный номер расходомера | 2 |
| 40004 | uint16 | + | 104 | Вид измеряемой среды. Кодировается следующим образом: 0 – жидкость, 6 – газ | 2 |
| 40005 | uint16 | + | 105 | Условный диаметр проточной части, мм 15 – 15 мм 25 – 25 мм 32 – 32 мм 40 – 40 мм 50 – 50 мм 65 – 65 мм 80 – 80 мм 100 – 100 мм 125 – 125 мм 150 – 150 мм 200 – 200 мм 250 – 250 мм 300 – 300 мм | 2 |

Продолжение таблицы Д.4

| № | Формат | М | Пере- менная HART | Описание переменной | Уровень доступа |
|-------|--------|---|-------------------------|--|--------------------|
| 40006 | uint16 | + | Cmd 50 Cmd 51 | <p>Конфигурация режимов работы выхода HART.</p> <p>Младшие 4 бита кодируют PV, значение которой задает выходной ток:</p> <p>Для PV:</p> <p>0 - выход отключен (устанавливается фиксированное значение);</p> <p>1 – объемный расход, м³/ч, с учетом всех поправок (регистр 30012);</p> <p>2 - объемный расход в СтУ, См³/ч (регистр 30050);</p> <p>3 – массовый расход, кг/ч (регистр 30014);</p> <p>4 – объемный расход, м³/ч в погружном режиме (регистр 30073)</p> <p>Следующие 4 бита кодируют SV, далее – TV и SV.</p> <p>Для SV, TV и QV:</p> <p>0 – выход отключен;</p> <p>1 – объемный расход, м³/ч, с учетом всех поправок (регистр 30012);</p> <p>2 - объемный расход в СтУ, См³/ч (регистр 30050);</p> <p>3 – массовый расход, кг/ч (регистр 30014);</p> <p>4 – объемный расход, м³/ч в погружном режиме (регистр 30073);</p> <p>6 – обнуляемый объем, м³ (регистр 30030 + 30032);</p> <p>7 – накопленный объем, м³ (регистр 30022 + 30024);</p> <p>8 – накопленный объем в погружном режиме, м³ (регистр 30075 + 30077);</p> <p>9 – обнуляемый объем в погружном режиме, м³ (регистр 30087 + 30089)</p> <p>10 - накопленный объем в кубометрах в СтУ, См³/ч (регистр 30083 + 30085)</p> <p>11 - обнуляемый объем в кубометрах в СтУ, См³/ч (регистр 30095 + 30097)</p> <p>12 – накопленная масса, т (регистр 30079 + 30081)</p> <p>13 – обнуляемая масса, т (регистр 30091 + 30093)</p> | 0 |

Продолжение таблицы Д.4

| № | Формат | М | Пере- менная HART | Описание переменной | Уровень доступа |
|-------|--------|---|-------------------------|--|--------------------|
| 40007 | uint16 | + | 116 | Конфигурация режимов работы частотного выхода: Частотный режим: 0 –объемный расход, м ³ /ч, с учетом всех поправок; 1 - объемный расход в СтУ, См3/ч 2 – массовый расход, кг/ч Импульсный режим: 5 –объемный расход, м ³ /ч, с учетом всех поправок; 6 - объемный расход в СтУ, См3/ч 7 – массовый расход, кг/ч | 0 |
| 40008 | uint16 | – | 33 | Периодичность записи в минутах накопительных счетчиков, мин. | 1 |
| 40009 | uint16 | – | 128 | Защита от записи HART (0 – нет, 1 – есть) | 0 |
| 40010 | uint16 | – | 131 | Тип выхода 0 – стандартный 1 – NAMUR NE43 | 1 |
| 40011 | uint16 | – | 132 | Маска ошибок низкого уровня тока (имеет приоритет перед регистром 40012) бит 0 – сбой при чтении памяти данных; бит 3 – нарушение межпроцессорной связи | 1 |
| 40012 | uint16 | – | 133 | Маска ошибок высокого уровня тока бит 0 – сбой при чтении памяти данных; бит 1 – выход расхода за метрологический диапазон; бит 3 – нарушение межпроцессорной связи; бит 11 – вероятно наличие кавитации; бит 12 – вероятно хаотичное вихреобразование; бит 13 – превышение температуры электроники (>85°C); бит 14 – низкая температура электроники (<-60°C) | 1 |

Продолжение таблицы Д.4

| № | Формат | М | Пере- менная HART | Описание переменной | Уровень доступа |
|-------|--------|---|-------------------------|--|--------------------|
| 40013 | uint16 | + | 98, 99 | Конфигурация программных заградительных фильтров бит 1 – включение первого заградительного фильтра; бит 2 – включение второго заградительного фильтра; бит 3 – включение третьего заградительного фильтра; бит 4 – включение четвертого заградительного фильтра; биты 6-9 – включение и установка длины медианного фильтра 0, 1 – отключен; 3 (0011) – 3 точки; 5 (0101) – 5 точек; 7 (0111) – 7 точек; 9 (1001) – 9 точек; 11 (1011) – 11 точек; бит 10 – включение адаптивного фильтра | 1 |
| 40015 | uint16 | + | 103 | Установка верхнего предела измерения частоты 0 – авто; 1 – 4000 Гц; 2 – 2000 Гц; 3 – 1000 Гц; 4 – 500 Гц; 5 – 250 Гц; 6 – 125 Гц; 7 – 62,5 Гц; 100 – 8000 Гц | 1 |
| 40017 | uint16 | – | 20 | Отсечка по амплитуде, у.е. | 1 |
| 40019 | uint16 | – | 118 | Время усреднения, с | 1 |
| 40021 | uint16 | – | 119 | Отображение на ЖКИ в первой строке 0 – объемный расход, м ³ /ч; 1 – объемный расход в СтУ, См ³ /ч 2 – массовый расход, кг/ч 3 – объемный расход в погружном режиме, м ³ /ч | 0 |

Продолжение таблицы Д.4

| № | Формат | М | Пере- менная HART | Описание переменной | Уровень доступа |
|-------|--------|---|-------------------------|---|--------------------|
| 40022 | uint16 | - | 120 | Отображение на ЖКИ во второй строке 0 – накопленный объем, м ³ ; 1 – обнуляемый объем, м ³ ; 2 – накопленная масса, т 3 – обнуляемая масса, т 4 – накопленный объем в погружном режиме, м ³ ; 5 – обнуляемый объем в погружном режиме, м ³ ; 6 - накопленный объем в кубометрах при СтУ, См ³ /ч 7 - обнуляемый объем в кубометрах при СтУ, См ³ /ч | 0 |
| 40023 | float | - | 126 | Порог предупреждения о паразитном вихреобразовании, у.е. | 1 |
| 40025 | float | + | 138 | Плотность в рабочих условиях, кг/м ³ | 1 |
| 40027 | float | + | 139 | Плотность в стандартных условиях, кг/м ³ | 1 |
| 40029 | float | + | 30 | Базовая температура, °С | 1 |
| 40031 | float | + | 31 | Заданная температура измеряемой среды, °С | 1 |
| 40033 | float | + | - | Нижний предел диапазона измерения параметра для частотно-импульсного выхода (не используется), м ³ /ч;См ³ /ч;кг/ч | - |
| 40035 | float | + | 27 | Верхний предел диапазона измерения параметра для частотно-импульсного выхода, м ³ /ч;См ³ /ч;кг/ч | 1 |
| 40037 | float | - | 21 | Порог отключения по минимальному расходу, м ³ /ч Если вычисленный расход меньше данного значения, он принудительно устанавливается равным нулю. Этот расход не является паспортным минимумом | 1 |
| 40039 | float | + | 54 | Цена выходного импульса в литрах или килограммах | 1 |
| 40041 | float | + | 23 | Отношение расхода к частоте срыва вихрей (основной К-фактор), л/Гц | 2 |
| 40044 | float | + | 25 | Верхний предел расхода для жидкостей, м ³ /ч | 2 |
| 40046 | float | + | 26 | Верхний предел расхода для газов, м ³ /ч | 2 |
| 40049 | float | + | 24 | Коэффициент преобразования К-фактора (по умолчанию 3,6) | 2 |
| 40053 | float | + | 18 | Минимальный паспортный расход, м ³ /ч | 2 |
| 40055 | float | + | 19 | Максимальный паспортный расход, м ³ /ч | 2 |
| 40057 | float | + | 32 | Коэффициент температурной коррекции | 2 |

Продолжение таблицы Д.4

| № | Формат | М | Пере- менная HART | Описание переменной | Уровень доступа |
|-------|--------|---|-------------------------|---|--------------------|
| 40075 | float | – | 34 | Нижняя частота заграждающего фильтра 1, Гц | 1 |
| 40077 | float | – | 35 | Нижняя частота заграждающего фильтра 2, Гц | 1 |
| 40079 | float | – | 36 | Нижняя частота заграждающего фильтра 3, Гц | 1 |
| 40081 | float | – | 37 | Нижняя частота заграждающего фильтра 4, Гц | 1 |
| 40083 | float | – | 38 | Верхняя частота заграждающего фильтра 1, Гц | 1 |
| 40085 | float | – | 39 | Верхняя частота заграждающего фильтра 2, Гц | 1 |
| 40087 | float | – | 40 | Верхняя частота заграждающего фильтра 3, Гц | 1 |
| 40089 | float | – | 41 | Верхняя частота заграждающего фильтра 4, Гц | 1 |
| 40091 | float | – | 42 | Масштабирующий коэффициент заграждающего фильтра 1, % | 1 |
| 40093 | float | – | 43 | Масштабирующий коэффициент заграждающего фильтра 2, % | 1 |
| 40095 | float | – | 44 | Масштабирующий коэффициент заграждающего фильтра 3, % | 1 |
| 40097 | float | – | 45 | Масштабирующий коэффициент заграждающего фильтра 4, % | 1 |
| 40101 | float | – | 46 | Адаптивный фильтр, точка 1 частота, Гц | 1 |
| 40103 | float | – | 47 | Адаптивный фильтр, точка 1 амплитуда, у.е. | 1 |
| 40105 | float | – | 48 | Адаптивный фильтр, точка 2 частота, Гц | 1 |
| 40107 | float | – | 49 | Адаптивный фильтр, точка 2 амплитуда, у.е. | 1 |
| 40109 | float | – | 50 | Адаптивный фильтр, точка 3 частота, Гц | 1 |
| 40111 | float | – | 51 | Адаптивный фильтр, точка 3 амплитуда, у.е. | 1 |
| 40113 | float | – | 52 | Адаптивный фильтр, точка 4 частота, Гц | 1 |
| 40115 | float | – | 53 | Адаптивный фильтр, точка 4 амплитуда, у.е. | 1 |
| 40131 | uint16 | – | – | Служебный | - |
| 40133 | float | – | 110 | Коэффициент погружного режима | 1 |
| 40135 | float | – | 135 | Полоса подавления 50 Гц | 2 |
| 40137 | float | – | 136 | Амплитуда подавления 50 Гц | 2 |
| 40139 | float | – | 137 | Коэффициент усиления | 2 |

Продолжение таблицы Д.4

| № | Формат | М | Пере- менная HART | Описание переменной | Уровень доступа |
|-------|--------|---|-------------------------|--|--------------------|
| 40807 | float | + | 56 | Коррекция для жидкостей, точка 1, расход, % | 2 |
| 40809 | float | + | 57 | Коррекция для жидкостей, точка 1, поправка, % | 2 |
| 40811 | float | + | 58 | Коррекция для жидкостей, точка 2, расход, % | 2 |
| 40813 | float | + | 59 | Коррекция для жидкостей, точка 2, поправка, % | 2 |
| 40815 | float | + | 60 | Коррекция для жидкостей, точка 3, расход, % | 2 |
| 40817 | float | + | 61 | Коррекция для жидкостей, точка 3, поправка, % | 2 |
| 40819 | float | + | 62 | Коррекция для жидкостей, точка 4, расход, % | 2 |
| 40821 | float | + | 63 | Коррекция для жидкостей, точка 4, поправка, % | 2 |
| 40823 | float | + | 64 | Коррекция для жидкостей, точка 5, расход, % | 2 |
| 40825 | float | + | 65 | Коррекция для жидкостей, точка 5, поправка, % | 2 |
| 40827 | float | + | 66 | Коррекция для жидкостей, точка 6, расход, % | 2 |
| 40829 | float | + | 67 | Коррекция для жидкостей, точка 6, поправка, % | 2 |
| 40831 | float | + | 68 | Коррекция для жидкостей, точка 7, расход, % | 2 |
| 40833 | float | + | 69 | Коррекция для жидкостей, точка 7, поправка, % | 2 |
| 40835 | float | + | 70 | Коррекция для жидкостей, точка 8, расход, % | 2 |
| 40837 | float | + | 71 | Коррекция для жидкостей, точка 8, поправка, % | 2 |
| 40839 | float | + | 72 | Коррекция для жидкостей, точка 9, расход, % | 2 |
| 40841 | float | + | 73 | Коррекция для жидкостей, точка 9, поправка, % | 2 |
| 40843 | float | + | 74 | Коррекция для жидкостей, точка 10, расход, % | 2 |
| 40845 | float | + | 75 | Коррекция для жидкостей, точка 10, поправка, % | 2 |
| 40847 | float | + | 76 | Коррекция для газов, точка 1, расход, % | 2 |
| 40849 | float | + | 77 | Коррекция для газов, точка 1, поправка, % | 2 |
| 40851 | float | + | 78 | Коррекция для газов, точка 2, расход, % | 2 |
| 40853 | float | + | 79 | Коррекция для газов, точка 2, поправка, % | 2 |
| 40855 | float | + | 80 | Коррекция для газов, точка 3, расход, % | 2 |
| 40857 | float | + | 81 | Коррекция для газов, точка 3, поправка, % | 2 |
| 40859 | float | + | 82 | Коррекция для газов, точка 4, расход, % | 2 |

Продолжение таблицы Д.4

| № | Формат | М | Пере- менная HART | Описание переменной | Уровень доступа |
|-------|--------|---|-------------------------|--|--------------------|
| 40861 | float | + | 83 | Коррекция для газов, точка 4, поправка, % | 2 |
| 40863 | float | + | 84 | Коррекция для газов, точка 5, расход, % | 2 |
| 40865 | float | + | 85 | Коррекция для газов, точка 5, поправка, % | 2 |
| 40867 | float | + | 86 | Коррекция для газов, точка 6, расход, % | 2 |
| 40869 | float | + | 87 | Коррекция для газов, точка 6, поправка, % | 2 |
| 40871 | float | + | 88 | Коррекция для газов, точка 7, расход, % | 2 |
| 40873 | float | + | 89 | Коррекция для газов, точка 7, поправка, % | 2 |
| 40875 | float | + | 90 | Коррекция для газов, точка 8, расход, % | 2 |
| 40877 | float | + | 91 | Коррекция для газов, точка 8, поправка, % | 2 |
| 40879 | float | + | 92 | Коррекция для газов, точка 9, расход, % | 2 |
| 40881 | float | + | 93 | Коррекция для газов, точка 9, поправка, % | 2 |
| 40883 | float | + | 94 | Коррекция для газов, точка 10, расход, % | 2 |
| 40885 | float | + | 95 | Коррекция для газов, точка 10, поправка, % | 2 |
| 40889 | float | - | 55 | Минимальная длительность импульса на частотно-импульсном выходе, мкс | 1 |
| 40895 | uint32 | - | 100 | Пароль | 0 |
| 40897 | uint32 | - | 101 | Изменение пароля | 1 |
| 40899 | uint16 | - | 121 | Контрастность ЖКИ (1...63) | 1 |
| 40900 | uint16 | - | 122 | Делитель напряжения ЖКИ (1...7) | 1 |
| 40901 | uint16 | - | 125 | Количество цифр отображения расхода (3, 4, 5) | 1 |
| 40902 | uint16 | - | 134 | Язык ЖКИ (0 – русский, 1 – английский) | 1 |

Продолжение таблицы Д.4

| № | Формат | М | Пере- менная HART | Описание переменной | Уровень доступа |
|-------|--------|---|-------------------------|---|--------------------|
| 40925 | uint16 | + | 106 | Регистр отключения отдельных функций бит 0 – включение самопроверки; бит 1 – включение имитационной поверки; бит 5 – отключение коррекции расхода по таблице; бит 6 – отключение коррекции расхода по температуре; бит 7 – отключение всех коррекций | 1 |
| 40927 | uint16 | + | 102 | Количество точек быстрого преобразования Фурье, используемого для расчета частоты полезного сигнала: 0 – 1024 точки; 1 – 512 точек; 2 – 256 точек; 3 – 128 точек | 2 |
| 40933 | float | – | 127 | Порог амплитуды, используемый в алгоритме определения кавитации и паразитного вихреобразования, у.е. | 1 |
| 40939 | float | + | 28 | Расход, соответствующий току 4мА | 1 |
| 40941 | float | + | 29 | Расход, соответствующий току 20мА | 1 |
| 40943 | float | + | Cmd 46 | Параметр Gain токовой петли | 2 |
| 40945 | float | + | Cmd 45 | Параметр Zero токовой петли | 2 |
| 40947 | uint16 | – | Cmd 13 | Дата калибровки: число | 2 |
| 40948 | uint16 | – | Cmd 18 | Дата калибровки: месяц | 2 |
| 40949 | uint16 | – | | Дата калибровки: год (в формате текущий год – 1900) | 2 |
| 40950 | float | – | Cmd 40 | Фиксированный ток, мА | 2 |
| 40952 | float | – | 22 | Порог определения частоты. Значение <1. При значении больше 0,4 меняет алгоритм определения частоты | 2 |
| 40954 | float | – | 129 | Эмуляция расхода | 1 |
| 40956 | uint16 | – | 130 | Конфигурация эмуляции бит 0 – эмуляция расхода; бит 1 – изменение тока | 1 |

Приложение Е. Описание протокола «HART»

(справочное)

Команды HART версии 7 показаны в **таблицах Е.1 – Е.4**.

Протокол интерфейса HART соответствует спецификации протокола.

Уровень доступа может изменяться вводом пароля с клавиатуры дисплейной платы, по интерфейсу Modbus или по интерфейсу HART, или включением микропереключателя SW1:2 на плате ЖКИ или на плате процессора (внутри электронного блока расходомера).

Изменение короткого адреса опроса выполняется командой 6 при любом уровне доступа.

Для описания HART переменных будут использоваться обозначения:

uint16 – двоичное 16-битное число без знака

float – двоичное 32-битное число в формате IEEE 754-2008

uint32 – двоичное 32-битное число без знака

Таблица Е.1 – Команды HART

| Номер команды и функция | Данные команды | Данные ответа |
|---|----------------|---|
| 0 Чтение уникального идентификатора | — | байт 0 – константа 254 байт 1,2 – код устройства (0xE429) байт 3 – количество принимаемых преамбул байт 4 – версия HART (7) байт 5 – ревизия устройства байт 6 – ревизия ПО байт 7 – разделен на две части: 5 бит – ревизия аппаратной части, 3 бит – код физического сигнала байт 8 – флаги HART байт 9-11 – идентификатор устройства байт 12 – количество передаваемых преамбул байт 13 – количество переменных байт 14,15 – счетчик изменения конфигурации байт 16 – константа 0 байт 17,18 – код производителя (0x60C5) байт 19, 20 – код дилера (0x60C5) байт 21 – профиль устройства (константа 1) |
| 1 Чтение первой переменной | — | байт 0 – код единиц измерения PV байт 1-4 – значение переменной PV (float) |
| 2 Считывание текущего значения тока и процентов от диапазона | — | байт 0-3 – значение тока, mA (float) байт 4-7 – процент от диапазона (float) |

Приложение Е

Продолжение таблицы Е.1

| Номер команды и функция | Данные команды | Данные ответа |
|--|-----------------------------|--|
| 3 Чтение текущего значения тока и четырех (предустановленных) динамических переменных | — | байт 0-3 – значение тока, mA (float) байт 4 – код единиц измерения PV байт 5-8 – значение переменной PV (float) байт 9 – код единиц измерения SV байт 10-13 – значение переменной SV (float) байт 14 – код единиц измерения TV байт 15-18 – значение переменной TV (float) байт 19 – код единиц измерения QV байт 20-23 – значение переменной QV (float) |
| 6 Записать полевой адрес | байт 0 – адрес (от 0 до 63) | байт 0 – полевой адрес байт 1 – режим токовой петли Примечание: при адресе отличном от 0 токовый выход устанавливается в фиксированный режим с током 4 мА |
| 7 Чтение конфигурации токовой петли | — | байт 0 – полевой адрес байт 1 – режим токовой петли |
| 8 Чтение классификации динамических переменных | — | байт 0 – классификация PV байт 1 – классификация SV байт 2 – классификация TV байт 3 – классификация QV |

Продолжение таблицы Е.1

| Номер команды и функция | Данные команды | Данные ответа |
|--|--------------------------------------|---|
| 9 Чтение переменных устройства и статуса | байт 0-7 – код переменной устройства | байт 0 – расширенный статус (равен 0) байт 1 – 0 код переменной устройства байт 2 – 0 классификация переменной байт 3 – 0 код ед. изм. Переменной байт 4-7 – 0 значение переменной устройства (float) байт 8 – 0 статус переменной устройства байт 9-16 – 1 переменная устройства байт 17-24 – 2 переменная устройства байт 25-32 – 3 переменная устройства байт 33-40 – 4 переменная устройства байт 41-48 – 5 переменная устройства байт 49-56 – 6 переменная устройства байт 57-64 – 7 переменная устройства байт 65-68 – метка времени (0) |
| 11 чтение уникального идентификатора связанного с меткой | байт 0-5 метка (packed) | как в команде 0 |
| 12 Чтение сообщения | — | байт 0-23 – сообщение (packed) |
| 13 Чтение метки, дескриптора, даты | — | байт 0-5 – метка (packed) байт 6-17 – дескриптор (packed) байт 18 – день байт 19 – месяц байт 20 – год – 1900 |
| 14 Чтение информации о сенсоре | — | байт 0-2 – серийный номер сенсора байт 3 – код единиц измерения сенсора байт 4-7 – верхний предел измерения сенсора байт 8-11 – нижний предел измерения сенсора байт 12-15 – минимальная дискрета измеряемой величины |

Приложение Е

Продолжение таблицы Е.1

| Номер команды и функция | Данные команды | Данные ответа |
|--|---|---|
| 15 Чтение информации об устройстве | — | байт 0 – код сигнализации об ошибке PV байт 1 – код передаточной функции PV байт 2 – код единиц измерения PV байт 3-6 – нижний предел измерения PV байт 7-10 – верхний предел измерения PV байт 11-14 – время обновления PV байт 15 – код режима защиты (регистр Modbus 40009) байт 16 – константа 250 байт 17 – флаги аналогового выхода |
| 16 Чтение номера финальной сборки | — | байт 0-2 – номер финальной сборки |
| 17 Запись сообщения | байт 0-23 сообщение (packed) | байт 0-23 – сообщение |
| 18 Запись метки, указателя, даты | байт 0-5 метка (packed) байт 6-17 дескриптор (packed) байт 18-20 дата | байт 0-5 – метка (packed) байт 6-17 – дескриптор (packed) байт 18 – день байт 19 – месяц байт 20 – год – 1900 |
| 19 Запись номера финальной сборки | байт 0-2 номер финальной сборки | байт 0-2 – номер финальной сборки |
| 20 Чтение длинной метки | — | байт 0-31 – длинная метка |
| 21 Чтение уникального идентификатора, связанного с длинной меткой | байт 0-31 длинная метка | как в команде 0 |
| 22 Запись длинной метки | байт 0-31 длинная метка | байт 0-31 – длинная метка |
| 38 Сброс флага изменения конфигурации | байт 0-1 счетчик изменений конфигурации | байт 0-1 – счетчик изменений конфигурации |

Продолжение таблицы Е.1

| Номер команды и функция | Данные команды | Данные ответа |
|---|----------------------------|--|
| 48 Чтение дополнительного статуса устройства | — может повторять ответ | байт 0-5 – специфический статус устройства байт 6 – расширенный статус устройства байт 7 – режим работы устройства байт 8 – стандартизованный статус 0 байт 9 – стандартизованный статус 1 байт 10 – флаги аналогового канала байт 11 – стандартизованный статус 2 байт 12 – стандартизованный статус 3 байт 13 – фиксированный аналоговый канал байт 14-24 – специфический статус устройства |

Таблица Е.2 – Команды HART Common-practice

| Номер команды и функция | Данные команды | Данные ответа |
|---|---|---|
| 33 Чтение переменных устройства | байт 0 код переменной 0 байт 1 код переменной 1 байт 2 код переменной 2 байт 3 код переменной 3 | байт 0 – код переменной 0 байт 1 – код единиц измерения переменной 0 байт 2-5 – значение переменной 0 (float) байт 6-11 – переменная 1 байт 12-17 – переменная 2 байт 18-23 – переменная 3 |
| 34 Запись значений демпфирования | байт 0-3 время демпфирования PV | байт 0-3 – время демпфирования PV (float) |
| 35 Запись диапазона PV | байт 0 код единиц измерения байт 1-4 верхняя граница диапазона (float) байт 5-8 нижняя граница диапазона (float) | байт 0 – код единиц измерения байт 1-4 – верхняя граница диапазона байт 5-8 – нижняя граница диапазона |

Продолжение таблицы Е.2

| Номер команды и функция | Данные команды | Данные ответа |
|---|--|--|
| 40 Вход/выход из текущего режима | байт 0-3 ток, мА (float) Примечание: для выхода из режима фиксированного тока требуется записать 0. | байт 0-3 – ток, мА |
| 41 Выполнение самодиагностики | — | — |
| В42 Перезагрузка устройства | — | — |
| 44 Запись единиц измерения PV | байт 0 код единиц измерения | байт 0 – код единиц измерения |
| 45 Правка нуля токового выхода | байт 0-3 измеренный ток, мА (float) | байт 0-3 – заданный ток, мА (float) Примечание: рекомендуется выполнять в режиме фиксированного тока 4 мА |
| 46 Правка пропорционального коэффициента | байт 0-3 измеренный ток, мА (float) | байт 0-3 – заданный ток, мА (float) Примечание: рекомендуется выполнять в режиме фиксированного тока 20 мА |
| 49 Запись серийного номера датчика PV | байт 0-2 серийный номер | байт 0-2 – серийный номер |
| 50 Чтение назначения динамических переменных | — | байт 0 – код переменной для PV байт 1 – код переменной для SV байт 2 – код переменной для TV байт 3 – код переменной для QV |
| 51 Запись назначения динамических переменных | байт 0 код для PV байт 1 код для SV байт 2 код для TV байт 3 код для QV | байт 0 – код переменной для PV байт 1 – код переменной для SV байт 2 – код переменной для TV байт 3 – код переменной для QV |

Продолжение таблицы Е.2

| Номер команды и функция | Данные команды | Данные ответа |
|---|--|---|
| 54 Чтение информации о переменной устройства | байт 0 код переменной | байт 0 – код переменной байт 1-3 – серийный номер датчика байт 4 – единицы измерения байт 5-8 – верхний предел измерений датчика байт 9-12 – нижний предел измерений датчика байт 13-16 – задержка выдачи значения байт 17-20 – минимальный шаг измерения байт 21 – классификация переменной байт 22 – семейство переменной байт 23-26 – период опроса переменной байт 27 – биты свойств переменной |
| 59 Запись количества преамбул ответа | байт 0 количество преамбул ответа | байт 0 – количество преамбул ответа |
| 79 Запись переменной устройства | байт 0 код переменной байт 1 тип переменной (0 – норм., 1 – фикс.) байт 2 код единиц измерения байт 3-6 значение переменной (float) байт 7 статус переменной | байт 0 – код переменной байт 1 – тип переменной (0 – норм., 1 – фикс.) байт 2 – код единиц измерения байт 3-6 – значение переменной (float) байт 7 – статус переменной |
| 103 Запись периода Burst | байт 0 номер сообщения байт 1-4 период опроса в 1/32 мс байт 5-8 максимальный период опроса в 1/32 мс | байт 0 – номер сообщения байт 1-4 – период опроса в 1/32 мс байт 5-8 – максимальный период опроса в 1/32 мс |

Продолжение таблицы Е.2

| Номер команды и функция | Данные команды | Данные ответа |
|--|---|---|
| 104 Запись триггера Burst | байт 0 номер сообщения байт 1 код триггера байт 2 классификация переменной устройства для триггера байт 3 код единиц измерения переменной байт 4-7 уровень триггера (float) | байт 0 – номер сообщения байт 1 – код триггера байт 2 – классификация переменной устройства для триггера байт 3 – код единиц измерения переменной устройства байт 4-7 – уровень триггера (float) |
| 105 Чтение конфигурации Burst режима | байт 0 номер сообщения | байт 0 – режим работы Burst байт 1 – константа 0x1F байт 2 – код переменной для слота 0 байт 3 – код переменной для слота 1 байт 4 – код переменной для слота 2 байт 5 – код переменной для слота 3 байт 6 – код переменной для слота 4 байт 7 – код переменной для слота 5 байт 8 – код переменной для слота 6 байт 9 – код переменной для слота 7 байт 10 – номер сообщения байт 11 – максимальное число сообщений Burst байт 12-13 – номер расширенной команды байт 14-17 – период опроса в 1/32 мс байт 18-21 – максимальный период опроса байт 22 – код триггера байт 23 – код классификации переменной байт 24 – код единиц измерения байт 25-28 – уровень триггера (float) |
| 107 Запись переменных устройства для Burst режима | байт 0-7 код переменной слота 0-7 байт 8 номер сообщения | байт 0-7 – код переменной слота 0-7 байт 8 – номер сообщения |

Продолжение таблицы Е.2

| Номер команды и функция | Данные команды | Данные ответа | |
|--|--|------------------------|---|
| 108 Запись номера команды Burst | байт 0-1 номер команды байт 2 номер сообщения | байт 0-1 – байт 2 – | номер команды номер сообщения |
| 109 Управление режимом Burst | байт 0 режим Burst байт 1 номер сообщения | байт 0 – байт 1 – | режим Burst (0 – выкл., 1 – вкл.) номер сообщения |

Таблица Е.3 – HART переменные устройства

| № | Название | Ед. изм. | Тип | Запись | PV | SV TV QV | Регистр Modbus |
|----|------------------------|----------|-------|--------|----|----------------|-----------------|
| 0 | Объемный расход | м3/ч | float | - | + | + | 30012 |
| 3 | Обнуляемый объем | м3 | float | - | - | + | 30030+ 30032 |
| 4 | Полный объем | м3 | float | - | - | + | 30022+ 30024 |
| 5 | Внутренняя температура | °С | float | - | - | - | 30002 |
| 6 | Амплитуда | - | float | - | - | - | 30010 |
| 7 | Частота сигнала | Гц | float | - | - | - | 30016 |
| 8 | Выходная частота | Гц | float | - | - | - | 30018 |
| 9 | Дисперсия | - | float | - | - | - | 30045 |
| 10 | Частота 1 | Гц | float | - | - | - | 30111 |
| 11 | Частота 2 | Гц | float | - | - | - | 30115 |
| 12 | Частота 3 | Гц | float | - | - | - | 30119 |
| 13 | Частота 4 | Гц | float | - | - | - | 30123 |
| 14 | Амплитуда 1 | - | float | - | - | - | 30113 |
| 15 | Амплитуда 2 | - | float | - | - | - | 30117 |
| 16 | Амплитуда 3 | - | float | - | - | - | 30121 |

Продолжение таблицы Е.3

| № | Название | Ед. изм. | Тип | Запись | PV | SV TV QV | Регистр Modbus |
|----|--------------------------------------|----------|-------|--------|----|----------------|-------------------|
| 17 | Амплитуда 4 | - | float | - | - | - | 30125 |
| 18 | Минимальный паспортный расход | м3/ч | float | + | - | - | 40053 |
| 19 | Максимальный паспортный расход | м3/ч | float | + | - | - | 40055 |
| 20 | Отсечка по амплитуде | - | float | + | - | - | 40017 |
| 21 | Отсечка по расходу | м3/ч | float | + | - | - | 40037 |
| 22 | Порог частоты | - | float | + | - | - | 40020 |
| 23 | К-фактор | л/Гц | float | + | - | - | 40041 |
| 24 | Коэффициент преобразования К-фактора | - | float | + | - | - | 40049 |
| 25 | Предел для жидкостей | м3/ч | float | + | - | - | 40044 |
| 26 | Предел для газов | м3/ч | float | + | - | - | 40046 |
| 27 | Предел частот. выхода | м3/ч | float | + | - | - | 40035 |
| 28 | Расход 4мА | м3/ч | float | + | - | - | 40939 |
| 29 | Расход 20мА | м3/ч | float | + | - | - | 40941 |
| 30 | Базовая температура | °С | float | + | - | - | 40029 |
| 31 | Температура среды | °С | float | + | - | - | 40031 |
| 32 | Температурный коэффициент | | float | + | - | - | 40057 |
| 33 | Период записи счетчиков | с | float | + | - | - | 40008 |
| 34 | 1 Нижняя частота | Гц | float | + | - | - | 40075 |
| 35 | 2 Нижняя частота | Гц | float | - | - | - | 40077 |
| 36 | 3 Нижняя частота | Гц | float | + | - | - | 40079 |
| 37 | 4 Нижняя частота | Гц | float | + | - | - | 40081 |
| 38 | 1 Верхняя частота | Гц | float | + | - | - | 40083 |
| 39 | 2 Верхняя частота | Гц | float | + | - | - | 40085 |
| 40 | 3 Верхняя частота | Гц | float | + | - | - | 40087 |
| 41 | 4 Верхняя частота | Гц | float | + | - | - | 40089 |
| 42 | 1 Коэффициент | Гц | float | + | - | - | 40091 |

Продолжение таблицы Е.3

| № | Название | Ед. изм. | Тип | Запись | PV | SV TV QV | Регистр Modbus |
|----|-----------------------------------|----------|-------|--------|----|----------------|-------------------|
| 43 | 2 Коэффициент | - | float | + | - | - | 40093 |
| 44 | 3 Коэффициент | - | float | + | - | - | 40095 |
| 45 | 4 Коэффициент | - | float | + | - | - | 40097 |
| 46 | Частота 1 | Гц | float | + | - | - | 40101 |
| 47 | Амплитуда 1 | - | float | + | - | - | 40103 |
| 48 | Частота 2 | Гц | float | + | - | - | 40105 |
| 49 | Амплитуда 2 | - | float | + | - | - | 40107 |
| 50 | Частота 3 | Гц | float | + | - | - | 40109 |
| 51 | Амплитуда 3 | - | float | + | - | - | 40111 |
| 52 | Частота 4 | Гц | float | + | - | - | 40113 |
| 53 | Амплитуда 4 | - | float | + | - | - | 40115 |
| 54 | Цена выходного импульса | л | float | + | - | - | 40039 |
| 55 | Минимальная длительность импульса | с | float | + | - | - | 40889 |
| 56 | Точка 1 расход (жидкость) | % | float | + | - | - | 40807 |
| 57 | Точка 1 коэффициент (жидкость) | % | float | + | - | - | 40809 |
| 58 | Точка 2 расход (жидкость) | % | float | + | - | - | 40811 |
| 59 | Точка 2 коэффициент (жидкость) | % | float | + | - | - | 40813 |
| 60 | Точка 3 расход (жидкость) | % | float | + | - | - | 40815 |
| 61 | Точка 3 коэффициент (жидкость) | % | float | + | - | - | 40817 |
| 62 | Точка 4 расход (жидкость) | % | float | + | - | - | 40819 |
| 63 | Точка 4 коэффициент (жидкость) | % | float | + | - | - | 40821 |
| 64 | Точка 5 расход (жидкость) | % | float | + | - | - | 40823 |
| 65 | Точка 5 коэффициент (жидкость) | % | float | + | - | - | 40825 |
| 66 | Точка 6 расход (жидкость) | % | float | + | - | - | 40827 |
| 67 | Точка 6 коэффициент (жидкость) | % | float | + | - | - | 40829 |
| 68 | Точка 7 расход (жидкость) | % | float | + | - | - | 40831 |
| 69 | Точка 7 коэффициент (жидкость) | % | float | + | - | - | 40833 |

Продолжение таблицы Е.3

| № | Название | Ед. изм. | Тип | Запись | PV | SV TV QV | Регистр Modbus |
|----|---------------------------------|----------|-------|--------|----|----------------|-------------------|
| 70 | Точка 8 расход (жидкость) | % | float | + | - | - | 40835 |
| 71 | Точка 8 коэффициент (жидкость) | % | float | + | - | - | 40837 |
| 72 | Точка 9 расход (жидкость) | % | float | + | - | - | 40839 |
| 73 | Точка 9 коэффициент (жидкость) | % | float | + | - | - | 40841 |
| 74 | Точка 10 расход (жидкость) | % | float | + | - | - | 40843 |
| 75 | Точка 10 коэффициент (жидкость) | % | float | + | - | - | 40845 |
| 76 | Точка 1 расход (газ) | % | float | + | - | - | 40847 |
| 77 | Точка 1 коэффициент (газ) | % | float | + | - | - | 40849 |
| 78 | Точка 2 расход (газ) | % | float | + | - | - | 40851 |
| 79 | Точка 2 коэффициент (газ) | % | float | + | - | - | 40853 |
| 80 | Точка 3 расход (газ) | % | float | + | - | - | 40855 |
| 81 | Точка 3 коэффициент (газ) | % | float | + | - | - | 40857 |
| 82 | Точка 4 расход (газ) | % | float | + | - | - | 40859 |
| 83 | Точка 4 коэффициент (газ) | % | float | + | - | - | 40861 |
| 84 | Точка 5 расход (газ) | % | float | + | - | - | 40863 |
| 85 | Точка 5 коэффициент (газ) | % | float | + | - | - | 40865 |
| 86 | Точка 6 расход (газ) | % | float | + | - | - | 40867 |
| 87 | Точка 6 коэффициент (газ) | % | float | + | - | - | 40869 |
| 88 | Точка 7 расход (газ) | % | float | + | - | - | 40871 |
| 89 | Точка 7 коэффициент (газ) | % | float | + | - | - | 40873 |
| 90 | Точка 8 расход (газ) | % | float | + | - | - | 40875 |
| 91 | Точка 8 коэффициент (газ) | % | float | + | - | - | 40877 |
| 92 | Точка 9 расход (газ) | % | float | + | - | - | 40879 |
| 93 | Точка 9 коэффициент (газ) | % | float | + | - | - | 40881 |
| 94 | Точка 10 расход (газ) | % | float | + | - | - | 40883 |
| 95 | Точка 10 коэффициент (газ) | % | float | + | - | - | 40885 |

Продолжение таблицы Е.3

| № | Название | Ед. изм. | Тип | Запись | PV | SV TV QV | Регистр Modbus |
|-----|--|----------|--------|--------|----|----------------|-------------------|
| 98 | Включение фильтров бит 1 – полосовой фильтр 1; бит 2 – полосовой фильтр 2; бит 3 – полосовой фильтр 3; бит 4 – полосовой фильтр 4; бит 10 – адаптивный фильтр | - | uint16 | + | - | - | 40013 |
| 99 | Медианный фильтр 0 – отключен 0x0C0 – 3 точки; 0x140 – 5 точек; 0x1C0 – 7 точек; 0x240 – 9 точек; 0x2C0 – 11 точек | - | uint16 | + | - | - | 40013 |
| 100 | Пароль | - | uint32 | + | - | - | 40895 |
| 101 | Пароль | - | uint32 | + | - | - | 40897 |
| 102 | Количество точек преобразования Фурье 0 – 1024 точки; 1 – 512 точек; 2 – 256 точек; 3 – 128 точек | - | uint16 | + | - | - | 40927 |
| 103 | Верхний предел частот вихреобразования 0 – Авто; 1 – 4000 Гц; 2 – 2000 Гц; 3 – 1000 Гц; 4 – 500 Гц; 5 – 250 Гц; 6 – 125 Гц; 7 – 62,5 Гц; 100 – 8000 Гц | - | uint16 | + | - | - | 40015 |
| 104 | Среда (0-жидкость, 6 – газ) | - | uint16 | + | - | - | 40004 |
| 105 | Диаметр (15мм; 25мм; 32мм; 40мм; 50мм; 65мм; 80мм; 100мм; 125мм; 150мм; 200мм; 250мм; 300мм) | - | uint16 | + | - | - | 40005 |
| 106 | Поправки бит 0 – включение самопроверки; бит 1 – включение имитации; бит 5 – отключение табличной коррекции; бит 6 – отключение температурной коррекции; бит 7 – отключение всех коррекций | - | uint16 | + | - | - | 40925 |
| 107 | CRC МК STM32L071 | - | uint16 | - | - | - | 30044 |

Продолжение таблицы Е.3

| № | Название | Ед. изм. | Тип | Запись | PV | SV TV QV | Регистр Modbus |
|-----|--|----------|--------|--------|----|----------------|-------------------|
| 108 | CRC МК STM32L433 | - | uint16 | - | - | - | 30043 |
| 109 | Действия бит 0 – загрузить заводские настройки; бит 1 – сохранить заводские настройки; бит 2 – сбросить обнуляемые счетчики; бит 3 – сбросить накопительные счетчики; бит 4 – сбросить ошибки межпроцессорной связи бит 5 – перезагрузить устройство | - | uint16 | + | - | - | 30006 |
| 110 | Погружной коэффициент | - | float | + | - | - | 40133 |
| 111 | Расход в погружном режиме | м3/ч | float | - | + | + | 30073 |
| 112 | Накопительный объем в погружном режиме | м3/ч | float | - | - | + | 30075+ 30077 |
| 113 | Обнуляемый объем в погружном режиме | м3/ч | float | - | - | + | 30087+ 30089 |
| 114 | Верхний предел измерения расхода в погружном режиме | м3/ч | float | - | - | - | 30059 |
| 115 | Цена выходного импульса для погружного режима | л | float | - | - | - | 30057 |
| 116 | Конфигурация частотного выхода 0 – частотный: объемный расход; 5 – импульсный: объемный расход; | - | uint16 | + | - | - | 40007 |
| 117 | Ошибки связи | - | uint32 | - | - | - | 30105 |
| 118 | Время усреднения | с | uint16 | + | - | - | 40019 |
| 119 | 1 строка ЖКИ 0 – объемный расход; 3 – объемный расход в погружном режиме | - | uint16 | + | - | - | 40021 |
| 120 | 2 строка ЖКИ 0 – накопленный объем; 1 – обнуляемый объем; 4 – накопленный объем в погружном режиме; 5 – обнуляемый объем в погружном режиме | - | uint16 | + | - | - | 40022 |

Продолжение таблицы Е.3

| № | Название | Ед. изм. | Тип | Запись | PV | SV TV QV | Регистр Modbus |
|-----|---|----------|-------------|--------|----|----------------|-------------------|
| 121 | Контраст ЖКИ (1...63) | - | uint16 | + | - | - | 40899 |
| 122 | Делитель ЖКИ (1...7) | - | uint16 | + | - | - | 40900 |
| 123 | Время работы | с | uint32 | - | - | - | 30054 |
| 124 | UID | - | uint32 | + | - | - | 40003 |
| 125 | Количество цифр расхода (3, 4, 5) | - | uint16 | + | - | - | 40901 |
| 126 | Порог предупреждения о паразитном вихреобразовании | - | float | + | - | - | 40023 |
| 127 | Амплитуда кавитации | - | float | + | - | - | 40933 |
| 128 | Защита от записи (0 – нет; 1 – да) | - | uint16 | + | - | - | 40009 |
| 129 | Эмуляция расхода | м3/ч | float | + | - | - | 40954 |
| 130 | Конфигурация эмуляции бит 0 – эмуляция расхода; бит 1 – эмуляция изменения тока | - | uint16 | + | - | - | 40956 |
| 131 | Тип выхода 0 – стандартный; 1 – NAMUR NE43 | - | enum | + | - | - | 40010 |
| 132 | Ошибки низкого уровня тока бит 0 – ошибка чтения данных; бит 3 – нарушение межпроцессорной связи | - | bit enum | + | - | - | 40011 |
| 133 | Ошибки высокого уровня тока бит 0 – ошибка чтения данных; бит 1 – выход расхода за диапазон; бит 3 – нарушение межпроцессорной связи; бит 11 – вероятно наличие кавитации; бит 12 – вероятно хаотичное вихреобразование; бит 13 – превышение температуры электроники (>85°C); бит 14 – низкая температура электроники (<-60°C) | - | bit enum | + | - | - | 40012 |
| 134 | Язык ЖКИ 0 – русский; 1 – английский | - | enum | + | - | - | 40902 |
| 135 | Полоса подавления 50 Гц | Гц | float | + | - | - | 40135 |

Продолжение таблицы Е.3

| № | Название | Ед. изм. | Тип | Запись | PV | SV TV QV | Регистр Modbus |
|-----|---|--------------------|-------|--------|----|----------------|----------------|
| 136 | Амплитуда подавления 50 Гц | - | float | + | - | - | 40137 |
| 137 | Коэффициент усиления | - | float | + | - | - | 40139 |
| 138 | Плотность | кг/м ³ | float | + | - | - | 40025 |
| 139 | Плотность в стандартных условиях | кг/м ³ | float | + | - | - | 40027 |
| 140 | Массовый расход | кг/ч | float | - | + | - | 30014 |
| 141 | Объемный расход в стандартных условиях | см ³ /ч | float | - | + | - | 30050 |
| 142 | Накопленная масса | т | float | - | - | + | 30081 |
| 143 | Накопленный объем в стандартных условиях | см ³ | float | - | - | + | 30085 |
| 144 | Обнуляемая масса | т | float | - | - | + | 30093 |
| 145 | Обнуляемый объем в стандартных условиях | см ³ | float | - | - | + | 30097 |
| 146 | Значение адаптивного фильтра на частоте наивысшей гармоники | - | float | + | - | - | 40161 |
| 147 | Значение адаптивного фильтра на частоте второй по величине гармоники | - | float | + | - | - | 40163 |
| 148 | Значение адаптивного фильтра на частоте третьей по величине гармоники | - | float | + | - | - | 40165 |
| 149 | Значение адаптивного фильтра на частоте четвертой по величине гармоники | - | float | + | - | - | 40167 |

Приложение Е

Статус устройства передается в байтах 14-16 команды 48, описание битов которых представлено в таблице Е4.

Таблица Е.4 – Статус устройства

| Структура | Расшифровка |
|-----------|--|
| Байт 14 | бит 0 ошибка чтения памяти данных; бит 1 выход расхода за диапазон; бит 2 ошибка самодиагностики; бит 3 ошибка межпроцессорной связи; бит 4 низкое напряжение питания; бит 5 ошибка ЦАП; бит 6 текущие настройки отличаются от заводских; бит 7 метрологические параметры отличаются от заводских |
| Байт 15 | бит 0 ошибка CRC заводских настроек; бит 1 ошибка CRC счетчиков; бит 2 ошибка настройки частотного выхода; бит 3 вероятно наличие кавитации; бит 4 вероятно паразитное вихреобразование; бит 5 низкая температура электроники (ниже -60°C); бит 6 высокая температура электроники (выше 85°C); бит 7 резерв |
| Байт 16 | бит 0 переполнение накопительного счетчика; бит 1 переполнение обнуляемого счетчика; бит 2 заводские настройки не сохранены; бит 3 резерв; бит 4 резерв; бит 5 резерв; бит 6 резерв; бит 7 резерв |