



**РАСХОДОМЕР-СЧЕТЧИК
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ**

ВЗЛЕТ РК



**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ШКСД.407251.035 РЭ**



Eurasian Conformity Mark

Россия, Санкт-Петербург

Сделано в России

**Система менеджмента качества АО «Взлет»
сертифицирована на соответствие
ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015) и ГОСТ Р ИСО 19443-2020
органом по сертификации ООО «Тест-С.-Петербург»,
на соответствие СТО Газпром 9001-2018
органом по сертификации АС «Русский Регистр»**



АО «Взлет»

ул. Трефолева, 2 БМ, г. Санкт-Петербург, РОССИЯ, 198097

E-mail: mail@vzljot.ru

www.vzljot.ru

Call-центр ☎ 8 - 8 0 0 - 3 3 3 - 8 8 8 - 7

бесплатный звонок оператору

для соединения со специалистом по интересующему вопросу

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ | 7 |
| 1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА | 8 |
| 1.1. Назначение | 8 |
| 1.2. Технические характеристики..... | 10 |
| 1.3. Метрологические характеристики..... | 13 |
| 1.4. Состав | 14 |
| 1.5. Устройство и работа | 15 |
| 1.5.1. Принцип работы..... | 15 |
| 1.5.2. Устройство..... | 17 |
| 1.5.3. Уровни доступа | 18 |
| 1.5.4. Внешние связи | 20 |
| 1.5.5. Регистрация результатов | 23 |
| 1.5.6. Сервисные функции..... | 23 |
| 1.6. Составные части изделия | 24 |
| 1.6.1. Вторичный измерительный преобразователь..... | 24 |
| 1.6.2. Преобразователи электроакустические | 25 |
| 1.6.3. Блок искрозащиты..... | 25 |
| 1.6.4. Измерительные участки | 26 |
| 1.7. Обеспечение взрывозащиты..... | 27 |
| 1.8. Маркировка и пломбирование | 30 |
| 1.9. Упаковка | 31 |
| 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ | 32 |
| 2.1. Эксплуатационные ограничения..... | 32 |
| 2.2. Обеспечение взрывозащищенности при эксплуатации..... | 33 |
| 2.3. Подготовка к работе | 33 |
| 2.4. Использование расходомера | 34 |
| 2.4.1. Управление с клавиатуры | 34 |
| 2.4.2. Ввод команд и значений установочных параметров..... | 36 |
| 2.5. Настройка перед работой | 37 |
| 2.5.1. Инициализация расходомера..... | 37 |
| 2.5.2. Коррекция приборной даты и времени | 38 |
| 2.5.3. Установка режима перевода на «летнее»/«зимнее» время | 38 |
| 2.5.4. Установка коэффициентов КР и Ки..... | 38 |
| 2.5.5. Экспоненциальный фильтр | 39 |
| 2.5.6. Особенности настройки параметров связи | 39 |
| 2.6. Порядок работы | 40 |
| 2.6.1. Индикация измеряемых параметров | 40 |
| 2.6.2. Просмотр архивов и журнала..... | 40 |
| 2.7. Возможные неисправности и методы их устранения | 41 |
| 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ | 44 |
| 3.1. Общие указания | 44 |
| 3.2. Меры безопасности | 44 |
| 3.3. Порядок технического обслуживания расходомера..... | 44 |
| 3.4. Проверка параметров блока искрозащитного | 45 |
| 3.5. Поверка | 46 |
| 4. ХРАНЕНИЕ | 47 |

| | |
|---|----|
| 5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ | 48 |
| 6. УТИЛИЗАЦИЯ | 49 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А. Вид составных частей расходомера..... | 50 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Универсальные выходы расходомера..... | 55 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В. Структура средств взрывозащиты..... | 56 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Назначение и обозначение кнопок клавиатуры..... | 58 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Система меню расходомера | 59 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Параметры, индицируемые на дисплее | 67 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Слова состояния, возможные неисправности и методы их устранения..... | 76 |

Настоящий документ распространяется на расходомер-счетчик ультразвуковой ВЗЛЕТ РК (далее – расходомер), и предназначен для ознакомления пользователя с устройством расходомера и порядком его эксплуатации.

Обслуживающий персонал расходомера назначается руководством объекта размещения. Обслуживающий персонал обязан знать порядок работы с расходомером в объеме настоящего руководства по эксплуатации.

В обязанности обслуживающего персонала входит проведение технического обслуживания расходомера в соответствии с настоящим руководством по эксплуатации.

В связи с постоянной работой над усовершенствованием расходомера, в нем возможны отличия от настоящего руководства, не влияющие на метрологические характеристики и функциональные возможности расходомера.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

| | |
|-----|--|
| БИ | - блок искрозащитный; |
| БИЗ | - барьер искрозащиты; |
| БК | - блок коммутации; |
| ВИП | - вторичный источник питания; |
| ВП | - вторичный преобразователь; |
| ЖКИ | - жидкокристаллический индикатор; |
| ИУ | - измерительный участок; |
| ПК | - персональный компьютер; |
| ППР | - первичный преобразователь расхода; |
| ПЭА | - преобразователь электроакустический; |
| НС | - нештатная ситуация; |
| РЭ | - руководство по эксплуатации; |
| СПГ | - сжиженный природный газ; |
| СУГ | - сжиженный углеводородный газ; |
| ТО | - техническое обслуживание; |
| ТПС | - термопреобразователь сопротивления; |
| УЗС | - ультразвуковой сигнал. |

* * *

- **Расходомер-счетчик ультразвуковой «ВЗЛЕТ РК» зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений РФ под № 97402-26.**
- **Расходомер-счетчик ультразвуковой «ВЗЛЕТ РК» соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 012 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» и разрешен к применению на поднадзорных производствах и объектах согласно Ех-маркировке.**
- **Расходомер-счетчик ультразвуковой «ВЗЛЕТ РК» соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 004 и ТР ТС 020 «Электромагнитная совместимость технических средств».**

Удостоверяющие документы размещены на сайте www.vzljot.ru

ПРИМЕЧАНИЕ. Вид наименования или обозначения, выполненного в тексте и таблицах жирным шрифтом **Arial**, например, **Тип датчика**, соответствует его отображению на дисплее расходомера. Пример записи обозначения расходомера при его заказе:
Расходомер-счетчик ультразвуковой ВЗЛЕТ РК.
Исполнение УРСГ-944 Ех ШКСД.407251.035 ТУ

а б в г

- а. Код поколения расходомеров.
- б. Код по количеству измерительных каналов:
4 – четырехканальное исполнение.
- в. Код по схеме зондирования:
4 – четырехлучевая.
- г. Ех – взрывозащищенное исполнение.

ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

- I. Изготовитель гарантирует соответствие расходомеров-счетчиков ультразвуковых «ВЗЛЕТ МР» с цифровой обработкой сигналов всех исполнений техническим условиям в пределах гарантийного срока, указанного в паспорте на изделие, при соблюдении следующих условий:
1. Хранение, транспортирование, монтаж и эксплуатация изделия осуществляются в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.
 2. Монтаж и пусконаладочные работы проведены специализированной организацией, сотрудники которой прошли обучение на предприятии-изготовителе, и имеют сертификат на выполнение данного вида работ.
- II. В случае выхода оборудования из строя, гарантийный ремонт производится в головном или региональных сервисных центрах, авторизованных по работе с оборудованием торговой марки Взлет, при соблюдении условий эксплуатации и требований, указанных в эксплуатационной документации.
- III. Изготовитель не несет гарантийных обязательств в следующих случаях:
- а) отсутствует паспорт на изделие;
 - б) изделие имеет механические повреждения;
 - в) изделие хранилось, транспортировалось, монтировалось или эксплуатировалось с нарушением требований эксплуатационной документации на изделие;
 - г) отсутствует или повреждена пломба с поверительным клеймом;
 - д) изделие или его составная часть подвергалось разборке или доработке;
 - е) гарантия не распространяется на расходные материалы и детали, имеющие ограниченный срок службы.

Информация по сервисному обслуживанию представлена на сайте [http: www.vzljet.ru](http://www.vzljet.ru) в разделе **Сервис**.

1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1. Назначение

1.1.1. Расходомеры-счетчики ультразвуковые ВЗЛЕТ РК предназначены для измерений объемного расхода и объема жидкостей в потоке, сжиженных газов, в том числе сжиженного природного газа (СПГ) и сжиженных углеводородных газов (СУГ) во взрывоопасных зонах при постоянном или переменном (реверсивном) направлении потока, сжиженного газа в различных условиях эксплуатации.

Расходомеры могут применяться на узлах учета СПГ и СУГ газораспределительных организаций топливно-энергетического комплекса Российской Федерации при транспортировке СПГ и СУГ по трубопроводам.

1.1.2. Расходомеры имеют вид взрывозащиты, зависящий от условий размещения вторичного преобразователя (ВП) расходомера.

В случае размещения ВП вне взрывоопасной зоны, в разрыв линии связи между первичным преобразователем расхода (ППР) и ВП включается блок искрозащитный (БИ), при этом расходомер имеет уровень взрывозащиты «особовзрывобезопасное электрооборудование», обеспечиваемый защитой вида «искробезопасная электрическая цепь «i» уровня «ia» в соответствии с ГОСТ 31610.11 (IEC 60079-11) и Ex-маркировку в соответствии с ГОСТ 31610.0 (IEC 60079-0):

- ВП – 1Ex db [ia Ga] IIB T6 Gb X, 1Ex db IIB T6 Gb X;
- БИ – [Ex ia Ga] IIB X;
- преобразователи электроакустические (ПЭА) – 0Ex ia IIB T6...T4 Ga X;
- БК – 1Ex db ia IIB T6 Gb X;
- ППР – 0Ex ia IIB T6...T4 Ga X, Ex ia IIB T6...T4 Gb X, 0Ex ia db IIB T6...T4 Gb X.

Кроме этого, для обеспечения взрывозащиты термопреобразователя сопротивления (ТПС), используемого для измерения температуры корпуса ППР, в состав расходомера включается барьер искрозащиты (БИЗ) ЕТР-131 производства ООО «Завод ПСА «ЭлеСи», Россия или энергетический барьер искрозащиты Корунд-М4-DIN производства ООО «Стэнли», Россия, имеющие Ex-маркировку:

- барьер ЕТР-131: [Ex ia Ga] IIC X;
- барьер Корунд-М4-DIN: [Ex ia Ga] IIC/IIB X.

В случае размещения ВП во взрывоопасной зоне, составные части расходомера (ВП, БИ, БИЗ), имеющие вышеуказанную Ex-маркировку, устанавливаются во взрывозащищенную оболочку производства ООО «Горэлтех», Россия, сертифицированную по требованиям ТР ТС 012 для защиты вида «взрывонепроницаемые оболочки «d» в соответствии с ГОСТ IEC 60079-1 и имеющую Ex-маркировку: 1Ex d IIC T6 Gb X.

Измерительный участок (ИУ) расходомера комплектуется блоком коммутации (БК), размещенном во взрывозащищенной обо-

лочке ШКСД.301121.002 производства АО «Взлет», сертифицированной по требованиям ТР ТС 012, имеющей уровень взрывозащиты «взрывобезопасное электрооборудование», обеспечиваемый защитой вида «взрывонепроницаемые оболочки «d» уровня «db» в соответствии с ГОСТ IEC 60079-1 и Ex-маркировку: Ex db IIC Gb U.

1.1.3. Расходомеры обеспечивают:

- измерение среднего объемного расхода СПГ и СУГ по четырем каналам измерения для любого направления потока;
- определение объема СПГ и СУГ нарастающим итогом отдельно для прямого и обратного направления потока и их алгебраической суммы;
- определение текущего значения скорости и направления потока СПГ и СУГ;
- ведение интегральных счетчиков времени наработки и простоя;
- вывод результатов измерения в виде токовых (HART), частотно-импульсных и/или логических сигналов;
- архивирование в энергонезависимой памяти результатов измерений и установочных параметров;
- вывод измерительной, диагностической, установочной, архивной и другой информации на дисплей ВП, через последовательный интерфейс RS-485 (по отдельному кабелю, по телефонной линии связи, по радиоканалу или каналу сотовой связи), а также через интерфейс Ethernet;
- возможность программного ввода установочных параметров с учетом индивидуальных особенностей и характеристик объекта измерения;
- автоматический контроль и индикацию наличия нештатных ситуаций (НС) и отказов, а также запись в архивы их вида и длительности;
- защиту архивных и установочных данных от несанкционированного доступа.

Измеряемая среда – СПГ и СУГ со следующими ограничениями:

- плотность от 400 до 1200 кг/м³;
- количество нерастворенного газа (пузырьки) в рабочих условиях ≤ 1 % от объема;
- количество твердых примесей ≤ 5 % объема.

1.2. Технические характеристики

1.2.1. Основные технические характеристики расходомера приведены в табл.1.

Таблица 1

| Наименование параметра | Значение параметра | | |
|--|--------------------|------|------|
| 1. Номинальный диаметр, DN | 100 | 200 | 400 |
| 2. Наибольший измеряемый средний объемный расход сжиженного газа $Q_{\text{наиб}}$, м ³ /ч | 283 | 1132 | 4528 |
| 3. Количество каналов измерения | 4 | | |
| 4. Температура измеряемой среды, °C | от - 200 до +100 | | |
| 5. Наибольшее давление в трубопроводе, МПа | 10 | | |
| 6. Напряжение питания, В | см. п.1.2.5 | | |
| 7. Потребляемая мощность, Вт | не более 15 | | |
| 8. Средняя наработка на отказ, ч | 150 000 | | |
| 9. Средний срок службы, лет | 25 | | |

1.2.2. Расходомер обеспечивает измерение среднего объемного расхода Q , м³/ч, при скорости потока до 10 м/с в соответствии с формулой:

$$Q = 2,83 \cdot 10^{-3} \cdot v \cdot D^2,$$

где v – скорость потока, м/с;

D – внутренний диаметр трубопровода, мм.

Чувствительность расходомера по скорости потока 0,01 м/с.

1.2.3. Расходомер обеспечивает вывод результатов измерения с помощью:

- универсальных выходов – от одного до девяти (по заказу);
- токовых выходов – от одного до четырех (по заказу);
- интерфейса RS-485;
- интерфейса Ethernet (по заказу).

1.2.4. Расходомер обеспечивает хранение результатов работы в архивах, описание которых приведено в п.1.5.5 настоящего РЭ.

Срок сохранности архивной и установочной информации в расходомере при отключении внешнего питания не менее 1 года.

1.2.5. Электропитание расходомера осуществляется стабилизированным напряжением постоянного тока в диапазоне от 20 до 32 В с уровнем пульсаций не более $\pm 1,0$ %. Источник вторичного питания, подключаемый к сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц, поставляется по заказу.

- 1.2.6. Составные части расходомера соответствуют требованиям ГОСТ Р 52931 по устойчивости к воздействию температуры и влажности окружающей среды:
- ПЭА Ех – (диапазон температур окружающего воздуха от минус 200 до плюс 100 °С, верхнее значение относительной влажности до 95 % при плюс 35 °С);
 - ППР – (диапазон температур окружающего воздуха от минус 55 до плюс 85 °С, верхнее значение относительной влажности до 95 % при плюс 35 °С);
 - ВП – группе С3 (диапазон температур окружающего воздуха от минус 40 до плюс 50 °С, верхнее значение относительной влажности до 95 % при плюс 35 °С и более низких температурах, без конденсации влаги), возможна поставка морозоустойчивого исполнения ВП с термочехлом, обеспечивающим подогрев и работоспособность ВП при температуре до минус 60 °С, в этом случае не предусматривается использование жидкокристаллического индикатора и клавиатуры;
 - БИ – группе С4: расширенный диапазон температур окружающего воздуха от минус 40 до плюс 65 °С, верхнее значение относительной влажности до 95 % при плюс 35 °С и более низких температурах, без конденсации влаги;
 - БК – группе Д2 (диапазон температур окружающего воздуха от минус 55 до плюс 65 °С, верхнее значение относительной влажности 100 % при плюс 40 °С и более низких температурах, с конденсацией влаги).
- 1.2.7. Составные части расходомера по устойчивости и прочности к механическим воздействиям соответствуют:
- ВП и БИ – группе N2 по ГОСТ Р 52931 (синусоидальная вибрация с частотой в диапазоне от 10 до 55 Гц с амплитудой смещения 0,35 мм);
 - ППР с установленными ПЭА, БК – группе V3 по ГОСТ Р 52931 (синусоидальная вибрация с частотой в диапазоне от 10 до 55 Гц с амплитудой 0,35 мм и в диапазоне от 55 до 150 Гц с ускорением 49 м/с²).
- 1.2.8. ППР с установленными ПЭА и БК являются устойчивыми и прочными к одиночным механическим ударам со значением пикового ускорения 50 м/с² и длительностью ударного импульса от 0,5 до 30,0 мс по требованиям ГОСТ Р 52931.
- 1.2.9. Расходомеры соответствуют в части сейсмостойкости требованиям ГОСТ 30546.1, а также стойкости к механическим воздействиям интенсивностью МРЗ 9 баллов (по шкале MSK-64), высотная отметка до 70 м.
- 1.2.10. Расходомеры по устойчивости к воздействию атмосферного давления соответствуют группе Р1 по ГОСТ Р 52931 (диапазон атмосферного давления от 84,0 до 106,7 кПа).
- 1.2.11. Расходомеры рассчитаны на работу в условиях атмосферы тип IV (приморско-промышленная) по ГОСТ 15150.

1.2.12. Степень защиты составных частей расходомеров по ГОСТ 14254 (IEC 60529):

- ВП, БИ – IP65;
- БК – IP66, IP65/IP67;
- ППР – IP66, IP65/IP68.

1.2.13. Внешний вид и массогабаритные характеристики составных частей расходомера приведены в приложении А настоящего РЭ.

1.2.14. Программное обеспечение уровнемера является встроенным. Идентификационные данные ПО приведены в табл. 2.

Таблица 2

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|--|-------------|
| Идентификационное наименование ПО | VZLJOT RU |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже | 76.25.00.01 |
| Цифровой идентификатор ПО | – |
| Другие идентификационные данные | – |

Программное обеспечение уровнемеров не может быть модифицировано или загружено через какой-либо интерфейс на уровне пользователя.

Влияние на метрологически значимое ПО уровнемера через интерфейсы связи отсутствует. Метрологические характеристики средства измерений нормированы с учетом влияния программного обеспечения.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» (в соответствии с Р50.2.077).

1.3. Метрологические характеристики

1.3.1. Пределы допускаемой основной относительной погрешности расходомеров при измерении среднего объемного расхода и объема газа в рабочих условиях в зависимости от динамического диапазона и максимального значения расхода $Q_{\text{наиб}}$ соответствуют данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

| Варианты нормирования основной относительной погрешности* | Диапазон расходов | | Пределы допускаемой основной относительной погрешности расходомеров при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке, % |
|---|-------------------------------|------------------------------|---|
| | $Q_{\text{наим}}$ | $Q_{\text{наиб}}$ | |
| - вариант 1 | $0,5 Q_{\text{наиб}}$ | $Q_{\text{наиб}}$ | $\pm 0,25$ |
| - вариант 2 | $0,1 Q_{\text{наиб}}$ | $Q_{\text{наиб}}$ | $\pm 0,6$ |
| - вариант 3 | $0,05 Q_{\text{наиб}}$ | $Q_{\text{наиб}}$ | $\pm 1,0$ |
| - вариант 4 | $0,5 Q_{\text{наиб}}$ | $Q_{\text{наиб}}$ | |
| | с разбиением на поддиапазоны: | | |
| | $0,05 Q_{\text{наиб}}$ | $0,1 Q_{\text{наиб(искл.)}}$ | $\pm 1,0$ |
| | $0,1 Q_{\text{наиб}}$ | $0,5 Q_{\text{наиб(искл.)}}$ | $\pm 0,6$ |
| | $0,5 Q_{\text{наиб}}$ | $Q_{\text{наиб}}$ | $\pm 0,25$ |

* - вариант нормирования устанавливается при заказе/выпуске и указывается в паспорте средства измерений

1.3.2. Наибольший измеряемый объемный расход жидкости - $Q_{\text{наиб}}$, м³/ч, определяется по формуле:

$$0,0283 \cdot DN^2^*$$

* - DN принимает значения от 100 до 1200.

1.3.3. Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения объемного расхода и объема жидкости, вызванной изменением температуры измеряемой среды на каждые 10 °С – ($\pm 0,05$ %).

1.3.4. Значение максимального расхода определяется при максимальной скорости потока газа, равной 10 м/с.

1.3.5. Метрологические требования к каналу измерения температуры корпуса ППР не предъявляются.

1.4. Состав

Состав расходомера при поставке – в соответствии с табл.4.

Таблица 4

| Наименование | Кол. | Примечание |
|--|-------|--------------|
| 1. Вторичный измерительный преобразователь | 1 | |
| 2. Первичный преобразователь расхода | 1 | Примечание 1 |
| 3. Блок искрозащитный | 4 | |
| 4. Барьер искрозащиты ТПС | 1 – 2 | Примечание 2 |
| 5. Оболочка взрывозащищенная | 1 | Примечание 3 |
| 6. Барьеры искрозащитные интерфейсных цепей | 1 – 3 | Примечание 4 |
| 7. Паспорт | 1 | |
| 8. Комплект эксплуатационной документации в составе: - руководство по эксплуатации; - инструкция по монтажу. | 1 | Примечание 5 |
| 9. Методика поверки | 1 | Примечание 6 |

ПРИМЕЧАНИЯ.

1. Типоразмер ППР расходомера в соответствии с заказом.
2. В качестве барьера искрозащиты могут поставляться двухканальный барьер искрозащиты ЕТР-131 (2 шт.) или четырехканальный энергетический барьер искрозащиты КОРУНД-М3-DIN или КОРУНД-М4-DIN (1 шт.).
3. В случае размещения ВП во взрывоопасной зоне.
4. Количество барьеров определяется количеством используемых интерфейсных цепей.
5. Эксплуатационная документация доступна на сайте www.vzljot.ru.
6. Методика поверки доступна на сайте ФИФ ОЕИ: [https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4/items МП 2550-0425-2025](https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4/items/МП%202550-0425-2025)

1.5. Устройство и работа

1.5.1. Принцип работы

- 1.5.1.1. По принципу работы расходомер относится к время-импульсным ультра-звуковым расходомерам, работа которых основана на измерении разности времен прохождения ультразвукового сигнала (УЗС) в газе при распространении сигнала по и против потока в трубопроводе. Возбуждение и прием УЗС производится электроакустическими преобразователями, установленными в трубопровод.
- 1.5.1.2. Электрические зондирующие импульсы, генерируемые ВП, попеременно поступают на ПЭА1 и ПЭА2 (см. рис. 1).

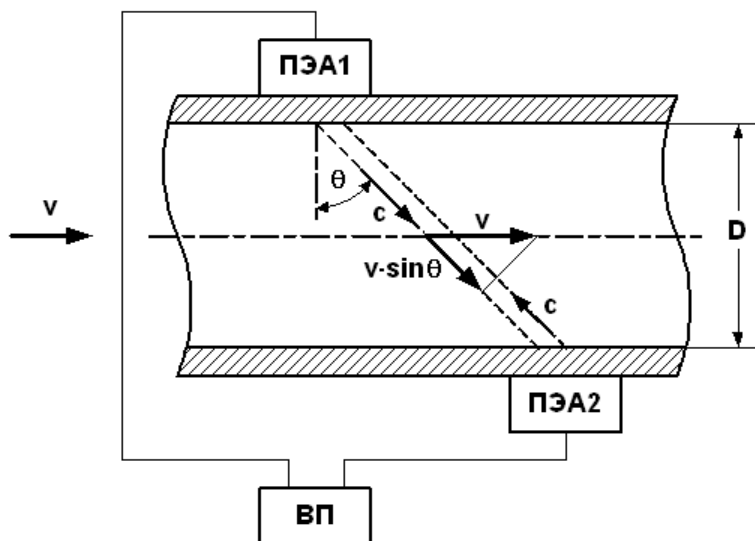


Рис.1. Схема выполнения измерений.

УЗС, излучаемый одним ПЭА, проходит через движущийся по трубопроводу газ и воспринимается другим ПЭА. При движении газа происходит снос ультразвуковой волны, который приводит к изменению времени распространения УЗС: по потоку газа (от ПЭА1 к ПЭА2) время прохождения уменьшается, а против потока (от ПЭА2 к ПЭА1) – возрастает. Разность времен прохождения УЗС по акустическому тракту по и против потока газа dT пропорциональна скорости потока v и, следовательно, объемному расходу газа Q .

Цифровой способ обработки УЗС обеспечивает устойчивую работу в условиях помех, а также упрощает настройку расходомера при вводе в эксплуатацию.

- 1.5.1.3. Скорость газа, v , м/с, усредненная вдоль ультразвукового луча, вычисляется в соответствии с формулой:

$$v = \frac{c}{2 \cdot D \cdot \operatorname{tg} \theta} \cdot [(T_{п2} - T_{п1}) - dT_0],$$

где c – скорость распространения УЗС в неподвижном потоке газа, м/с;

D – внутренний диаметр трубопровода, мм;

θ – угол между направлением распространения УЗС и плоскостью, перпендикулярной оси трубопровода, град.;

$T_{п1}$, $T_{п2}$ – полное время прохождения сигнала по каналу измерения (ВП, БИ, кабели связи, оба ПЭА, газ) при распространении УЗС по и против потока соответственно, с;

dT_0 – разность времен прохождения сигнала в неподвижном потоке газа (смещение нуля расходомера), с.

Значение расхода Q_{cp} , м³/ч, вычисляется в соответствии с формулой:

$$Q_{cp} = \frac{\pi D^2}{4} v,$$

Объем газа V , м³, за интервал времени T определяется в соответствии с формулой:

$$V = \int_0^T Q(t) dt$$

Изменение скорости распространения УЗС в газе, связанное с изменением температуры, давления и/или состава газа, ввиду неизменной длины акустического тракта учитывается в расходомере путем определения полусуммы времени прохождения УЗС расстояния между ПЭА ΣT , с, по и против потока по формуле:

$$\Sigma T = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

где T_1 – время прохождения УЗС по потоку, с;

T_2 – время прохождения УЗС против потока, с.

- 1.5.1.4. В расходомере на один трубопровод устанавливаются четыре пары датчиков по среднерадисным хордам (по четыре датчика в двух разных сечениях трубопровода). При этом измерение расхода по каждому лучу ведется независимо, а измеренное значение расхода Q , м³/ч, в трубопроводе вычисляется по формуле:

$$Q = W_1 \cdot Q_1 + W_2 \cdot Q_2 + W_3 \cdot Q_3 + W_4 \cdot Q_4,$$

где Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 – измеренное значение расхода по каждому лучу, м³/ч;

$$W_1 = W_2 = W_3 = W_4 = 0,25.$$

- 1.5.1.5. Измерение расхода производится при выполнении условия

$$Q_{отс} \leq Q,$$

где $Q_{отс}$ – минимальное значение расхода (нижняя отсечка), м³/ч.

Рекомендуемое значение нижней отсечки соответствует скорости потока 0,035 м/с.

Если выполняется условие $Q < Q_{отс}$, то в расходомере измеренное значение расхода приравнивается к нулю, прекращается накопление объема, выдача импульсов на универсальном выходе, а ток на выходе становится равным нижнему значению диапазона.

При выполнении условия $Q > Q_{max}$ (где Q_{max} соответствует скорости потока 10 м/с) измерение расхода продолжается, но прекращается накопление и архивирование объема, выдача импульсов на универсальном выходе, а ток на выходе становится равным верхнему значению диапазона.

- 1.5.1.6. Врезные ПЭА устанавливаются в отверстия в стенках ППР. Продольный угол установки врезных ПЭА в ППР (угол между осью врезного ПЭА и плоскостью, перпендикулярной оси трубопровода) может лежать в диапазоне от 20° до 70°, рекомендуемое значение равно 45°.

- 1.5.1.7. Для компенсации температурных колебаний внутреннего диаметра ППР в расходомере используется термопреобразователь сопротивления, монтируемый в стенку ППР. Измеренная температура корпуса ППР используется при расчете температурной компенсации изменения геометрии DN ППР.

1.5.2. Устройство

Структурная схема расходомера приведена на рис.2.

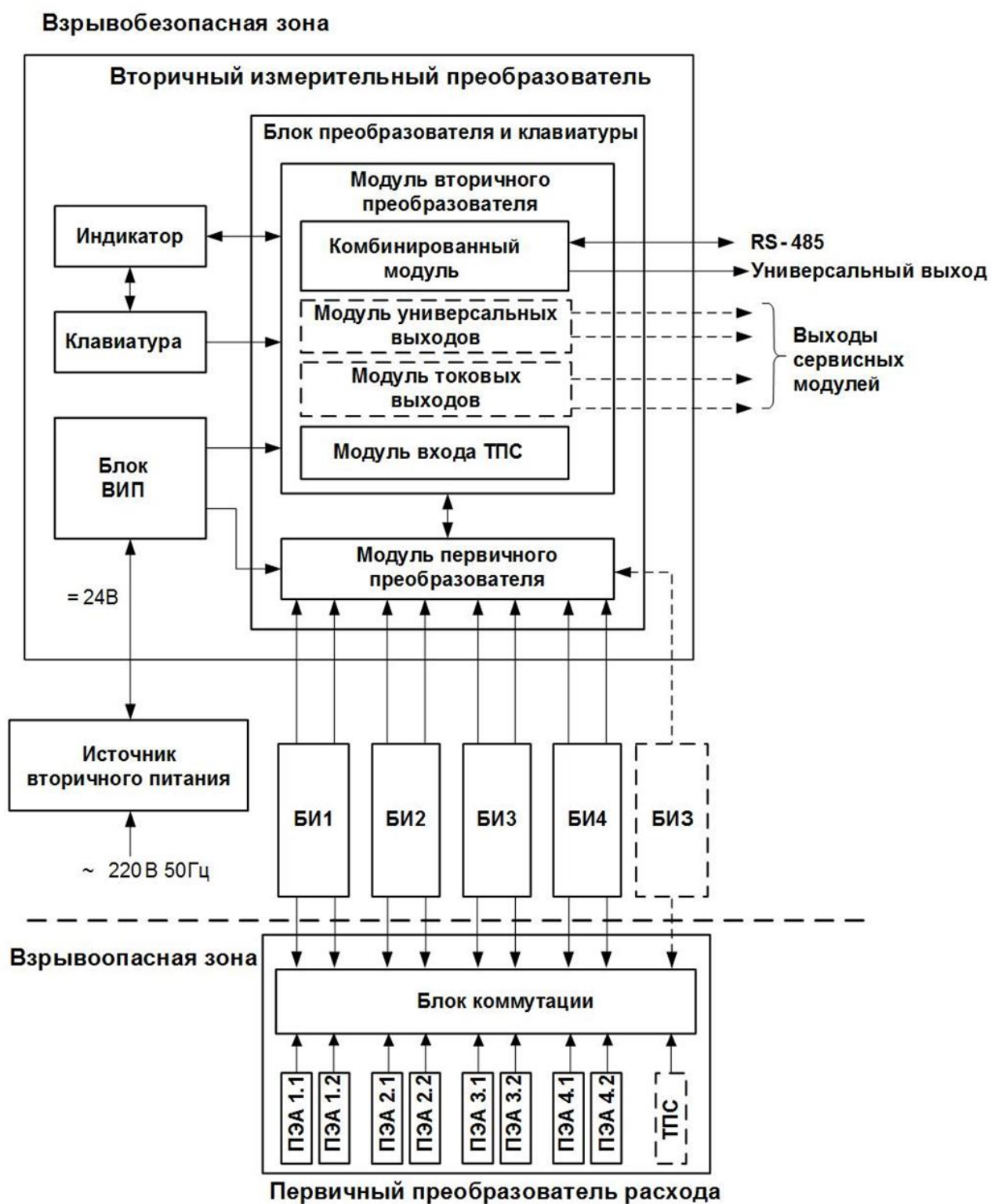


Рис.2. Структурная схема расходомера с разделением зон.

Расходомер состоит из первичного преобразователя расхода и вторичного измерительного преобразователя.

ППР представляет собой специально изготовленный измерительный участок с установленными на нем четырьмя парами ПЭА из комплекта расходомера, ТПС и блока коммутации.

ВП содержит блок преобразователя и клавиатуры, в который, в свою очередь, входят модуль первичного преобразователя, управляющий электроакустическим зондированием и обрабатывающий измерительные сигналы, и модуль вторичного преобразователя, выполняющий вторичную обработку измерительной информации и хранение результатов измерений. Обмен данными между модулями осуществляется по внутреннему интерфейсу RS-485.

Для обеспечения внешних связей расходомера на модуль вторичного преобразователя установлен электронный комбинированный модуль универсального выхода и интерфейса RS-485.

Кроме того, по заказу на модуль вторичного преобразователя дополнительно можно установить до двух электронных сервисных модулей внешних связей:

- один или два четырехканальных модуля универсальных выходов;
- один или два модуля токовых выходов (одноканальных либо двухканальных);
- модуль интерфейса Ethernet.

ПРИМЕЧАНИЯ.

1. В расходомере один четырехканальный модуль универсальных выходов устанавливается по умолчанию.
2. В двухканальном модуле токовых выходов отсутствует гальваническая развязка между выходами. Обеспечение требуемого количества токовых выходов возможно с использованием внешнего адаптера токового выхода, преобразующего частотный сигнал (сигналы) сервисного модуля универсальных выходов в токовый сигнал (сигналы).

Управление работой расходомера и индикация измерительной, установочной, диагностической, архивной информации обеспечивается с помощью клавиатуры и графического жидкокристаллического индикатора (ЖКИ). ЖКИ обеспечивает вывод четырех строк алфавитно-цифровой информации при 20 символах в строке. Период обновления текущей информации на экране ЖКИ составляет 1 с.

1.5.3. Уровни доступа

- 1.5.3.1. В расходомере предусмотрены три уровня доступа к установочным и калибровочным параметрам.

Уровни доступа отличаются составом индицируемой на дисплее информации, возможностями по изменению установочных, калибровочных параметров расходомера и обозначаются как режимы «Работа», «Сервис» и «Настройка».

Назначение режимов:

- «Настройка» – режим настройки и поверки;
- «Сервис» – режим подготовки к эксплуатации;
- «Работа» – эксплуатационный режим (режим пользователя).

Наибольшими возможностями обладает режим «Настройка». В этом режиме индицируются все параметры и возможна модификация всех установочных параметров. Наименьшими возможностями обладает режим «Работа».

Управление работой расходомера в различных режимах может осуществляться с клавиатуры и организовано с помощью системы меню и окон разного уровня, отображаемых на дисплее.

Управлять работой расходомера можно также по интерфейсам RS-485, Ethernet.

- 1.5.3.2. Режим работы задается комбинацией наличия / отсутствия замыкания с помощью перемычек контактных пар J3 и J4, расположенных на субблоке обработки данных (см. рис. А.3 Приложения А настоящего РЭ).

Соответствие комбинаций режимам работы приведено в таблице 5, где « + » – наличие замыкания контактной пары, а « - » – отсутствие замыкания.

Таблица 5

| Режим работы | Контактная пара | | Назначение режима |
|--------------|-----------------|----|---------------------------|
| | J3 | J4 | |
| РАБОТА | - | - | Эксплуатация |
| СЕРВИС | - | + | Подготовка к эксплуатации |
| НАСТРОЙКА | + | - | Настройка |

- 1.5.3.3. Режим «Работа» – это режим эксплуатации расходомера на объекте.

В режиме «Работа» пользователь имеет возможность просматривать:

- измеряемые значения параметров: объемного расхода, объемов, накопленных при прямом и обратном направлении потока, а также их алгебраической суммы, скорости движения газа;
- содержимое архивов;
- конфигурационные параметры: режим перехода приборных часов на «зимнее» / «летнее» время, типы установленных сервисных модулей и характеристики выходов;
- параметры работы:
 - 1) показания приборных часов;
 - 2) параметры связи по интерфейсам RS-485, Ethernet, HART;
 - 3) время начала и продолжительность НС;
 - 4) слова состояния измерительных каналов и выходов.

В режиме «Работа» пользователь имеет возможность устанавливать параметры работы по интерфейсам RS-485, Ethernet: сетевой адрес расходомера, скорость работы, длительность задержки, паузы и т.д.

- 1.5.3.4. Режим «Сервис» – это режим подготовки расходомера к эксплуатации на объекте. В режиме «Сервис» дополнительно (по отношению к режиму «Работа») возможно:

- просматривать журнал вмешательства оператора;
- просматривать и изменять:
 - 1) параметры первичного преобразователя расхода;

- 2) параметры обработки результатов измерения;
 - 3) технологические параметры
 - 4) единицы измерения расхода (объема) [м³/ч; м³/с; л/мин (м³; л)];
 - 5) типы и значения параметров модулей внешних связей;
 - 6) показания приборных часов;
 - 7) режим перехода приборных часов на «зимнее» / «летнее» время;
- проводить калибровку на объекте;
 - обнулять счетчик объемов;
 - очищать архивы.

1.5.3.5. В режиме «Настройка» возможно просматривать и модифицировать все параметры без исключения.

В режиме «Настройка» дополнительно к режимам «Работа» и «Сервис» может производиться:

- поверка расходомера;
- очистка журнала вмешательства оператора;
- запись в память заводского номера расходомера.

1.5.3.6. В режиме НАСТРОЙКА возможно просматривать и модифицировать все параметры без исключения.

В режиме НАСТРОЙКА дополнительно к режимам РАБОТА и СЕРВИС может производиться:

- поверка расходомера;
- очистка журнала пользователя;
- запись в память заводского номера прибора.

1.5.4. Внешние связи

1.5.4.1. Интерфейсы расходомера.

Последовательный интерфейс RS-485 и интерфейс Ethernet позволяют управлять расходомером, считывать измерительную, архивную, установочную и диагностическую информацию, модифицировать установочные параметры. Интерфейс RS-485 поддерживает протокол ModBus (RTU ModBus и ASCII ModBus), принятый в качестве стандартного в приборах АО «Взлет».

Интерфейс RS-485 обеспечивает связь по кабелю в группе из нескольких абонентов, одним из которых может быть персональный компьютер (ПК), при длине линии связи до 1200 м.

Подключение адаптера сотовой связи АССВ-030 к интерфейсу одиночного расходомера или к линии связи группы расходомеров дает возможность передавать информацию по каналу сотовой связи, в том числе и в Интернет.

Используя канал сотовой связи можно на базе программного комплекса «ВЗЛЕТ СП» организовывать диспетчерскую сеть для многих одиночных и групп расходомеров как однотипных, так и разнотипных по назначению.

Скорость обмена по интерфейсу RS-485 (от 2400 до 19200 Бод), а также параметры связи устанавливаются программно.

Интерфейс Ethernet используется для связи приборов в локальной сети, а также может использоваться для обмена данными через Интернет между приборами локальной сети и удаленным ком-

пьютером (компьютерами). Обмен осуществляется через шлюз локальной сети, имеющий собственный (глобальный) IP-адрес. При обмене данные упаковываются в стек протоколов Ethernet / IP / UDP / TFTP / ModBus. Поддерживается также протокол ARP (Ethernet / ARP), который используется для определения MAC-адреса узла по IP-адресу запроса.

Интерфейс HART используется для считывания измерительной информации и управления расходомером в SCADA-системах. HART протокол основан на методе передачи данных с помощью частотной модуляции (Frequency Shift Keying, FSK), в соответствии с коммуникационным стандартом Bell 202. Цифровая информация передается частотами 1200 Гц (логическая 1) и 2200 Гц (логический 0), которые накладываются на аналоговый токовый сигнал.

Частотно-модулированный сигнал является двухполярным, и при применении соответствующей фильтрации не влияет на основной аналоговый сигнал. Скорость передачи данных для HART составляет 1,2 кбит/с.

HART протокол реализует уровни 1, 2 и 7 эталонной модели ISO/OSI-стандарта. Дополнительно протокол предусматривает надстройку к уровню 7 в форме HART Device Description Language.

Расходомер с HART-интерфейсом может подключаться к регистрирующему устройству различными способами:

- через удаленное устройство связи с объектом, например, SIMATIC ET200M с модулями HART;
- через HART-модем, с помощью которого устанавливается соединение «точка-точка» между ПК или рабочей станцией и расходомером;
- через HART-мультиплексоры.

1.5.4.2. Универсальные выходы.

Расходомер в зависимости от количества установленных сервисных модулей универсальных выходов может иметь от одного до двух гальванически развязанных универсальных выходов.

Назначения универсальных выходов, режимы работы, параметры выходных сигналов, а также отключение выходов задаются программными установками. Схема окончательного каскада выходов и описание его работы приведено в приложении Б настоящего РЭ.

В частотном режиме работы на открытый выход выдается импульсная последовательность типа «меандр» со скважностью 2, частота следования которой пропорциональна текущему значению расхода. Возможно масштабирование работы выхода в частотном режиме путем программной установки значения максимальной частоты работы выхода **F_{макс}**, коэффициента преобразования выхода **K_P**, а также нижнего **Q_{нп}** и верхнего **Q_{вп}** пороговых значений расхода, соответствующих частоте 0 Гц и **F_{макс}** на выходе. Максимально возможное значение **F_{макс}** – 10000 Гц.

В импульсном режиме работы на открытый выход каждую секунду выдается пачка импульсов, количество которых с учетом веса импульса **K_и** соответствует значению объема, измеренному за предыдущую секунду. Максимально возможная частота следования импульсов в пачке (типа «меандр» со скважностью 2) – 500 Гц.

Для правильной работы универсального выхода в расходомере предусмотрена процедура автоматического расчета коэффициента **КР** в частотном режиме и веса импульса **Ки** в импульсном режиме.

Расчет **КР** производится по заданным пользователем значениям **Q_{нп}** и **Q_{вп}** и максимальному значению частоты **F_{макс}**, расчет **Ки** – по заданным **Q_{вп}** и длительности выходных импульсов **τ** в диапазоне от 1 до 500 мс.

В логическом режиме работы на универсальный выход выводятся сигналы о различных НС, возникающих при работе расходомера, причем возникновению НС соответствует один уровень электрического сигнала, а снятию НС – другой уровень сигнала.

Для всех режимов работы универсального выхода задается значение активного уровня сигнала (**Актив. ур.**), которое программно устанавливается как **высокий** (логическая единица) или **низкий** (логический ноль).

При необходимости может быть назначено срабатывание выхода в логическом режиме по заданному значению верхней (**Q > Q_{ву}**) или нижней (**Q < Q_{ну}**) уставки по расходу.

1.5.4.3. Токовые выходы

Токовые выходы могут быть реализованы с помощью одного либо двух сервисных модулей токовых выходов (одноканальных или двухканальных).

Назначение и параметры работы токовых выходов на базе сервисных модулей устанавливаются программно.

Гальванически не развязанные токовые выходы сервисных модулей могут работать в диапазоне от 4 до 20 мА.

Номинальная статическая характеристика **Q_V**, мЗ/ч; мЗ/с; л/мин, токового выхода определяется по формуле:

$$Q_v = Q_{нп} + (Q_{вп} - Q_{нп}) \cdot \frac{I_{вых} - I_{мин}}{I_{макс} - I_{мин}}$$

где **Q_{нп}** – заданное значение нижнего порога по токовому выходу, соответствующее **I_{мин}**, мЗ/ч; мЗ/с; л/мин;

Q_{вп} – заданное значение верхнего порога по токовому выходу, соответствующее **I_{макс}**, мЗ/ч; мЗ/с; л/мин;

I_{вых} – значение выходного токового сигнала, соответствующее измеренному значению расхода, мА;

I_{мин} – минимальное значение диапазона работы токового выхода, мА;

I_{макс} – максимальное значение диапазона работы токового выхода, мА.

Токовый выход в диапазоне работы от 4 до 20 мА может работать на нагрузку сопротивлением до 600 Ом.

Допустимая длина кабеля связи по токовым выходам определяется сопротивлением линии связи и входным сопротивлением приемника токового сигнала. Сумма сопротивлений не должна превышать указанного сопротивления нагрузки.

1.5.5. Регистрация результатов

1.5.5.1. Результаты измерений и вычислений по каждому каналу записываются во внутренние архивы: часовой и суточный.

Часовой и суточный архивы заполняются отдельно для каждого канала и все архивы имеют одинаковую структуру.

Глубина архивов составляет:

- часового – 4380 записей (предыдущих часов);
- суточного – 730 записей (предыдущих суток).

В одной записи содержатся значения следующих параметров:

- **V+** – суммарный объем при прямом направлении потока за интервал архивирования, м3 (л);
- **V-** – суммарный объем при обратном направлении потока за интервал архивирования, м3 (л);
- **ΣV** – суммарный объем с учетом направления потока за интервал архивирования, м3 (л);
- **Tпр** – время простоя, с – в часовом архиве, час:мин – в суточном архиве;
- сведения о нештатных ситуациях.

Индикация значений архивируемых параметров сопровождается обозначением интервала архивирования:

- даты и часа – для часового архива;
- даты – для суточного архива.

Для каждого архива предусмотрена процедура поиска требуемой архивной записи.

1.5.5.2. Изменение значений установочных параметров и режимов работы фиксируются в журнале вмешательства оператора, который может содержать до 1700 записей. В журнале содержится:

- дата и время произведенной модификации;
- наименование модифицируемого параметра;
- значение параметра до модификации;
- значение параметра после модификации;
- порядковый номер записи.

1.5.6. Сервисные функции

В расходомере реализована функция обработки времени пролета УЗС между ПЭА по и против потока с помощью экспоненциального фильтра и алгоритма его быстрой установки. Коэффициент фильтра и параметр порога фильтра определяют время реакции расходомера на изменение скорости потока газа. Подробное описание настроек приведено в п.2.5.5 настоящего РЭ.

1.6. Составные части изделия

1.6.1. Вторичный измерительный преобразователь

1.6.1.1. Функции ВП

Вторичный измерительный преобразователь представляет собой микропроцессорный измерительно-вычислительный блок модульной конструкции, выполняющий следующие функции:

- зондирование потока, прием и обработку сигналов, полученных от ПЭА;
- определение значений измеряемых параметров;
- архивирование и хранение в энергонезависимой памяти результатов измерений и вычислений, установочных параметров и т.п.;
- вывод измерительной, архивной, диагностической и установочной информации на дисплей ЖКИ и через интерфейсы RS-485, Ethernet, HART;
- вывод измерительной информации через универсальные и/или токовые выходы;
- автоматический контроль и индикацию наличия неисправностей и нестандартных ситуаций в расходомере;
- защиту от несанкционированного доступа к архивным и установочным данным.

1.6.1.2. Конструкция ВП

Внешний вид ВП приведен на рис. А.1 Приложения А настоящего РЭ. Корпус ВП, выполненный из алюминиевого сплава, состоит из трех частей (конструктивных модулей): основания – блока коммутации, средней части – блока вторичного источника питания (ВИП) и лицевой части – блока преобразователя и клавиатуры.

Блок преобразователя и клавиатуры ВП содержит модули первичного и вторичного преобразователей. На лицевой панели блока находятся жидкокристаллический индикатор и клавиатура.

Блок ВИП вторичного преобразователя содержит модуль вторичного источника питания. На нижней плоскости корпуса блока ВИП расположена клемма защитного заземления.

Блок ВИП вместе с блоком преобразователя и клавиатуры, соединяемые электрически многожильным шлейфом и конструктивно винтами со стороны блока ВИП, составляют субблок обработки данных.

Доступ к коммутационным элементам входных и сервисных модулей, устанавливаемых на модули первичного и вторичного преобразователей, для подключения кабелей связи и установки режимов работы, осуществляется с обратной стороны субблока обработки данных). Для удобства проведения монтажа субблок обработки данных откидывается на петлях в вертикальной плоскости.

В свою очередь субблок обработки данных соединяется винтами со стороны лицевой панели с блоком коммутации, образуя вторичный преобразователь. На задней стенке блока коммутации находятся отверстия для установки крепежных пластин DRB01, обеспечивающих крепление ВП к DIN-рейке на объекте эксплуатации (см. рис. А.4 Приложения А настоящего РЭ).

1.6.2. Преобразователи электроакустические

1.6.2.1. ПЭА работают попеременно в двух режимах: излучения, когда проходящий от ВП электрический импульсный сигнал преобразуется в ультразвуковые колебания, и приема, когда ультразвуковые колебания преобразуются в соответствующий электрический сигнал.

1.6.2.2. В составе расходомера применяются ПЭА В 230 Ех врезного (ввинчиваемого) типа.

Врезные ПЭА имеют цилиндрический корпус с наружной резьбой, в торце которого находится излучающая плоскость в виде диска (см. рис. А.5 Приложения А настоящего РЭ). В стенках измерительного участка, имеющего наружную форму призмы, вварены гильзы с внутренней резьбой, в которые ввинчиваются ПЭА. Таким образом, после установки излучающая плоскость ПЭА не контактирует с контролируемым газом. Дискосая пружина в составе ПЭА предназначена для температурной компенсации усилия прижима пьезоэлемента к днищу гильзы.

Данная конструкция обеспечивает демонтаж (замену) ПЭА в случае выхода его из строя без опустошения трубопровода.

Для монтажа врезных ПЭА (завинчивания в гильзы) должен использоваться рожковый тарированный ключ с размером зева 19 мм. Усилие затяжки – от 8 до 9 Н·м.

Для демонтажа врезного ПЭА должен использоваться рожковый ключ с размером зева 19 мм. Грани под ключ на корпусе ПЭА указаны на рис. А.5 Приложения А настоящего РЭ.

Категорически запрещается использование при демонтаже ПЭА иного инструмента, так как это может привести к разгерметизации ПЭА (отвинчиванию внутренней втулки) и обрыву сигнального кабеля. При невыполнении данного требования изготовитель не несет гарантийных обязательств.

1.6.2.3. Соединение кабеля ПЭА с линией связи осуществляется с помощью блока коммутации, устанавливаемого на измерительном участке (см. рис. А.2 настоящего РЭ). На конце коаксиального радиочастотного кабеля ПЭА, закрепленного в корпусе и имеющего длину не менее 1 м, распаяны наконечники.

Наибольшая длина связи ВП-ПЭА – 10 м. Длина может быть увеличена при выполнении требований к параметрам принимаемого сигнала. Увеличение длины (сращивание) кабеля производится в заводских условиях.

1.6.3. Блок искрозащиты

Блок искрозащитный обеспечивает взрывозащищенное исполнение расходомеров видом взрывозащиты «Искробезопасная электрическая цепь «i» уровня «ia» за счёт связи ВП с двумя ПЭА по искробезопасным цепям. Искробезопасность цепей достигается путем ограничения до допустимых значений напряжений и токов.

В соответствии с принципом работы расходомера два ПЭА одного канала измерения работают поочередно в режиме «Передача» и режиме «Прием». Соответственно и БИ является устройством двунаправленной передачи рабочих сигналов. Рабочие сигналы представляют собой последовательности импульсов с дли-

тельностью импульсной посылки 28 мкс с минимальной скважностью 571 и амплитудой при передаче – не более 50 В, при приеме – от 1 до 150 мВ.

БИ предназначен для неискаженной передачи рабочих сигналов и ограничения токов и напряжений в аварийных режимах и при переходных процессах. В соответствии с назначением БИ и требованиями ГОСТ 31610.11 (IEC 60079-11) принципиальная схема одного канала имеет вид, показанный на рис. 3.

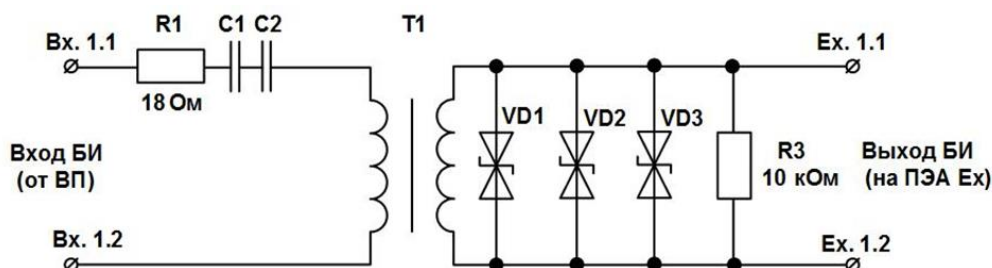


Рис.3. Схема канала искрозащиты.

Резистор R1 на рабочем сигнале вносит незначительные потери, а в аварийном режиме при попадании на вход напряжения 220 В частотой 50 Гц ограничивает максимальный ток в переходном процессе. Конденсаторы C1, C2 на рабочем сигнале также представляют незначительное сопротивление, ограничивая ток в установившемся аварийном режиме на частоте 50 Гц и предотвращая протекание постоянного тока. Диоды VD1 – VD3 являются ограничительными биполярными диодами, не влияющими на сигнал в рабочих режимах и ограничивающими напряжение до уровня 50 В в аварийном и переходных режимах. Трансформатор T1 обеспечивает гальваническую развязку между искроопасной и искробезопасной цепями. Резистор R2 служит для демпфирования переходных процессов.

Параметры искрозащитных элементов выбраны исходя из того, чтобы их нагрузка не превышала 2/3 допустимых значений тока, напряжения или мощности. Импульсный разделительный трансформатор выполнен в соответствии с ГОСТ 31610.11 (IEC 60079-11), изоляция между обмотками рассчитана на испытательное напряжение 2500 В промышленной частоты.

Все элементы БИ размещены на единой печатной плате и закрыты сверху запаянным металлическим заземленным кожухом. Пути утечки и зазоры на плате удовлетворяют требованиям ГОСТ 31610.11 (IEC 60079-11). Плата размещена в алюминиевом корпусе, обеспечивающим степень защиты IP65.

На корпусе БИ имеется клемма для подсоединения защитного заземления.

Внешний вид и габаритные размеры БИ приведены на рис. А.6 Приложения А настоящего РЭ.

1.6.4. Измерительные участки

1.6.4.1. Измерительные участки (ИУ) расходомеров изготовлены из нержавеющей стали и выполняются во фланцеванном исполнении, когда фланцы ИУ крепятся болтами к ответным фланцам трубопровода.

Кожух ИУ и патрубок, на котором крепится БК, также изготовлены из нержавеющей стали.

- 1.6.4.2. Для обеспечения удобства монтажа, а также для защиты кабельных выводов ПЭА от механических повреждений, ИУ с врезными ПЭА оснащается блоком коммутации (см. приложение В инструкции по монтажу ШКСД.407251.035 ИМ). В БК производится электрическое соединение кабелей ПЭА с кабелями, подключаемыми к ВП.

БК размещается во взрывозащищенной оболочке производства АО «Взлет».

В качестве кабеля связи с ВП используется восьмижильный (четыре витых пары) кабель марки Спецкабель КсСГОнг(D)100 4×2×0,52, поэтому к ВП прокладывается два кабеля. Кроме этого, БК имеет интегрированную схему помехозащитности линии связи ПЭА-ВП, ввиду чего отпадает надобность в устройстве согласующем.

БК неподвижно крепится на ИУ. Конструкция кабельного ввода БК для кабеля связи с ВП обеспечивает крепление металлорукава для механической защиты кабеля. Расположение коммутационных элементов на модулях БК, а также схемы подключения ПЭА с использованием БК приведены в инструкции по монтажу ШКСД.407251.035 ИМ.

После монтажа БК в случае необходимости обеспечения степени защиты IP65/IP67, используется поставляемый по заказу комплект, состоящий из термостойкого компаунда и уплотнительных резинок.

Кабельные концы в БК продеваются через уплотнительные резинки, которыми заглушаются кабельные вводы, после чего внутренний объем БК заливается компаундом.

1.7. Обеспечение взрывозащиты

- 1.7.1. Соответствие требованиям ТР ТС 012 обеспечивается выполнением требований, соответствующих межгосударственных и национальных стандартов на взрывозащищенное оборудование.

Обеспечение требований взрывозащиты достигается путем комплектования расходомеров:

- преобразователями электроакустическими во взрывозащищенном исполнении (ПЭА Ex);
- блоками искрозащитными по каждому измерительному лучу, обеспечивающими взрывозащищенное исполнение с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь «i» уровня «ia» по ГОСТ 31610.11 (IEC 60079-11) и включаемыми в разрыв линии связи между парой ПЭА Ex и вторичным преобразователем;
- блоком коммутации, размещенном во взрывозащищенной оболочке ШКСД.301121.002 производства АО «Взлет», сертифицированной по требованиям ТР ТС 012, имеющей уровень взрывозащиты «взрывобезопасное электрооборудование», обеспечиваемый защитой вида «взрывонепроницаемые оболочки «d» уровня «db» в соответствии с ГОСТ IEC 60079-1:

- барьерами искрозащиты ЕТР-131 производства ООО «Завод ПСА «ЭлеСи», Россия или энергетическим барьером искрозащиты КО-РУНД-М3-DIN или КОРУНД-М4-DIN производства ООО «Стэнли», Россия, сертифицированными по требованиям ТР ТС 012, обеспечивающими взрывозащищенное исполнение с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь «i» уровня «ia» по ГОСТ 31610.11 (IEC 60079-11) и включаемыми в разрыв линии связи между ТПС и ВП;
- взрывозащищенной оболочкой производства ООО «Горэлтех», Россия, сертифицированной по требованиям ТР ТС 012 для защиты вида «взрывонепроницаемые оболочки «d» в соответствии с ГОСТ IEC 60079-1, в которой размещаются ВП, БИ, БИЗ и барьеры искрозащиты интерфейсных цепей расходомера (при необходимости) – в случае размещения вышеуказанных составных частей расходомера во взрывоопасной зоне.

Взрывозащита расходомеров достигается обеспечением соответствия требованиям ТР ТС 012, ГОСТ 31610.0 (IEC 60079-0), и ГОСТ 31610.11 (IEC 60079-11).

Взрывозащищенность расходомеров как искробезопасной системы обеспечивается выполнением требований ГОСТ 31610.0 (IEC 60079-0) и ГОСТ 31610.25 (IEC 60079-25).

- 1.7.2. ТПС, расположенный во взрывоопасной зоне, является «простым оборудованием» по терминологии ГОСТ 31610.11 (IEC 60079-11), которое не требует маркировки по взрывозащите.

Взрывобезопасность ТПС обеспечивается подключением его к ВП через двухканальные БИЗ ЕТР-131 производства ООО «Завод ПСА «Эле-Си», Россия или четырехканальный энергетический БИЗ КОРУНД-М3-DIN или КОРУНД-М4-DIN производства ООО «Стэнли», Россия, сертифицированные по требованиям ТР ТС 012.

Выходные параметры БИЗ ЕТР-131:

- напряжение U_0 , В – не более 12,6;
- ток I_0 , мА – не более 93.

Выходные параметры БИЗ КОРУНД-М3-DIN:

- напряжение U_0 , В – не более 12,8;
- ток I_0 , мА – не более 120.

Выходные параметры БИЗ КОРУНД-М4-DIN:

- напряжение U_0 , В – не более 24;
- ток I_0 , мА – не более 100.

Суммарные значения емкости и индуктивности линии связи с датчиком температуры, определяемые типом кабеля и его длиной, не превышают значений, допускаемых барьером искрозащиты:

- C_0 не более 1,15 мкФ; L_0 не более 8 мГн для ЕТР-131;
- C_0 не более 0,75 мкФ; L_0 не более 5,25 мГн для КОРУНД-М3-DIN;
- C_0 не более 0,11 мкФ; L_0 не более 1,5 мГн для КОРУНД-М4-DIN.

- 1.7.3. Материалом оболочки ПЭА Ех, находящихся во взрывоопасной зоне, является нержавеющая сталь. Корпус БК выполнен из алюминиевого сплава с содержанием (в сумме) магния, титана и циркония не более 7,5 %.

- 1.7.4. Напряжение холостого хода на выходе БИ не превышает значения 50 В (в импульсе). Ток короткого замыкания (амплитудное значение в импульсе длительностью не более 1,0 мкс) на выходе БИ не превышает значения 1,8 А.
- 1.7.5. Значения средней плотности мощности и энергии излучения ПЭА Ех по ГОСТ 31610.0 (IEC 60079-0) не превышают значений 0,1 Вт/см² и 2 мДж/см² соответственно.
- 1.7.6. Параметры искрозащитных элементов БИ выбраны исходя из того, чтобы их нагрузка не превышала 2/3 допустимых значений тока, напряжения или мощности. Импульсный разделительный трансформатор выполнен в соответствии с ГОСТ 31610.11 (IEC 60079-11), изоляция между обмотками рассчитана на испытательное напряжение 2500 В переменного тока.
- Все элементы БИ размещены на единой печатной плате и закрыты сверху запаянным металлическим заземленным экраном (кроме клеммных соединителей). Пути утечки и зазоры на плате удовлетворяют требованиям ГОСТ 31610.11 (IEC 60079-11). Плата размещена в алюминиевом корпусе, обеспечивающим степень защиты IP65.
- Внутренние соединения выполнены пайкой или на подпружиненных клеммных соединителях, соединительные провода закреплены во избежание повреждения изоляции.
- Электрическая прочность изоляции между гальванически не связанными цепями и каждой из этих цепей и металлическими нетоковедущими частями корпуса БИ – не менее 500 В, а между входами и выходами БИ – не менее 1500 В.
- 1.7.7. Структура средств взрывозащиты расходомеров при различных размещениях ВП приведена в приложении В настоящего РЭ.

1.8. Маркировка и пломбирование

- 1.8.1. Маркировка на лицевой панели ВП содержит обозначение и наименование расходомера, товарный знак изготовителя, знак утверждения типа средства измерения. Заводской номер указан на шильдике, закрепленном на корпусе ВП.
- 1.8.2. На ПЭА Ех нанесена маркировка товарного знака фирмы-изготовителя, обозначения ПЭА Ех, заводской номер и Ех-маркировка: 0Ех ia IIB Т6...Т4 Ga X.
- 1.8.3. Маркировка БИ расходомеров содержит следующие данные:
- наименование БИ;
 - товарный знак и наименование фирмы-изготовителя;
 - номер сертификата соответствия;
 - знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза;
 - специальный знак взрывобезопасности;
 - заводской номер;
 - Ех-маркировка:

[Ех ia Ga] IIB
Um: 250 В IP65
I0:1,8 А (имп.) U0:50 В (имп.)
L0:0,5 мГн С0:0,1 мкФ
Искробезопасная цепь

- 1.8.4. На БК наносится маркировка наименования и обозначения, товарный знак и наименование фирмы-изготовителя, обозначение степени защиты, обеспечиваемой оболочкой и Ех-маркировка: Ех db IIC Gb U.
- 1.8.5. После поверки расходомера пломбируется контактная пара разрешения модификации калибровочных параметров расходомера, а также один из винтов, скрепляющих субблок обработки данных ВП.
- 1.8.6. Контактная пара разрешения модификации параметров функционирования пломбируется после ввода расходомера в эксплуатацию и проверки соответствия значений параметров функционирования, введенных в расходомер, значениям, указанным в паспортах расходомера и первичного преобразователя либо протоколе монтажных и пусконаладочных работ.

Параметры первичного преобразователя определяются при выпуске из производства и заносятся в паспорт ППР и в протокол монтажных и пусконаладочных работ. Форма протокола монтажных и пусконаладочных работ приведена в инструкции по монтажу ШКСД.407251.035 ИМ.

- 1.8.7. Пломбировка БИ и БК осуществляется путем пломбировки винтов крепления крышек БИ и БК после монтажа на объекте.
- 1.8.8. Для защиты от несанкционированного доступа при транспортировке, хранении или эксплуатации может быть опломбирован корпус ВП через проушины на субблоке обработки данных и блоке коммутации.

1.9. Упаковка

- 1.9.1. Составные части расходомеров упаковываются в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 40 °С и относительной влажности до 80 % при отсутствии в окружающей среде агрессивных газов, паров жидкостей и запылённости.
- 1.9.2. Упаковка и консервация расходомеров соответствует ГОСТ 23170 и ГОСТ 9.014 для условий хранения 1 по ГОСТ 15150. Расходомер, укомплектованный в соответствии с заявкой, упаковывается в индивидуальную тару категории КУ-2 по ГОСТ 23170.
- 1.9.3. Упаковка исключает возможность перемещения составных частей расходомера внутри нее.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1. Эксплуатационные ограничения

- 2.1.1. Эксплуатация расходомера должна производиться в условиях внешних воздействующих факторов и параметров контролируемой среды, не превышающих допустимых значений, приведенных в пп.1.2.6-1.2.11 настоящего РЭ.
- 2.1.2. ППР может устанавливаться в вертикальный, горизонтальный или наклонный трубопровод.
- 2.1.3. Точная и надежная работа расходомера обеспечивается при выполнении в месте установки ППР следующих условий:
- давление сжиженного газа в трубопроводе и режимы его эксплуатации исключают газообразование и/или скопление газа;
 - на входе и выходе ППР имеются прямолинейные участки соответствующей длины с DN, равным DN измерительного участка. Прямолинейные участки не должны содержать устройств или элементов конструкции, вызывающих изменение структуры потока газа;
 - весь внутренний объем ИУ в процессе работы расходомера заполнен сжиженным газом.

Рекомендации по выбору места установки и правила монтажа (демонтажа) составных частей расходомера изложены в инструкции по монтажу ШКСД.407251.035 ИМ.

- 2.1.4. Тип и состав контролируемого газа (наличие и концентрация взвесей, посторонних примесей и т.п.), режим работы и состояние трубопровода не должны приводить к появлению коррозии и/или отложений, влияющих на работоспособность и метрологические характеристики расходомера.
- 2.1.5. Необходимость защитного заземления расходомера определяется в соответствии с требованиями главы 1.7 «Правил устройства электроустановок» в зависимости от напряжения питания и условий размещения.
- 2.1.6. Молниезащита объекта размещения расходомера предохраняет его от выхода из строя при наличии молниевых разрядов.
- 2.1.7. Требования к условиям эксплуатации и выбору места монтажа, приведенные в настоящей эксплуатационной документации, учитывают наиболее типичные факторы, влияющие на работу расходомера.

На объекте эксплуатации могут существовать или возникнуть в процессе его эксплуатации факторы, не поддающиеся предварительному прогнозу, оценке или проверке и которые производитель не мог учесть при разработке.

В случае проявления подобных факторов следует устранить их или найти иное место эксплуатации, где данные факторы отсутствуют или не оказывают влияния на работу расходомера.

2.2. Обеспечение взрывозащищенности при эксплуатации

- 2.2.1. При эксплуатации расходомеров необходимо руководствоваться настоящим РЭ, главой 7.3 «Правил устройства электроустановок», ГОСТ IEC 60079-14, ГОСТ IEC 60079-17 и другими нормативными документами, действующими на объекте.
- 2.2.2. К эксплуатации расходомеров должны допускаться лица, изучившие настоящее РЭ и прошедшие соответствующий инструктаж.
- 2.2.3. Знак «Х», следующий за Ех-маркировкой ПЭА Ех, означает, что при эксплуатации расходомеров необходимо соблюдать следующие специальные условия применения:
 - соблюдать температурный класс ПЭА Ех, указанный в Ех-маркировке;
 - защищать от ударов торцевую излучающую зону ПЭА Ех.
- 2.2.4. В процессе эксплуатации необходимо внимательно следить за состоянием средств, обеспечивающих взрывозащищенность. При этом необходимо обращать внимание на отсутствие повреждений, наличие пломб, надежность соединения электрических цепей, защитных заземлений, Ех-маркировок.

2.3. Подготовка к работе

- 2.3.1. Меры безопасности при подготовке расходомера
 - 2.3.1.1. К работе с расходомером допускается персонал, изучивший эксплуатационную документацию на расходомер.
 - 2.3.1.2. При подготовке расходомера к использованию и в процессе эксплуатации должны соблюдаться «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».
 - 2.3.1.3. При проведении работ с расходомером опасными факторами являются:
 - напряжение переменного тока с действующим значением до 264 В частотой 50 Гц (при использовании источника вторичного питания);
 - давление в трубопроводе (до 10 МПа);
 - температура сжиженного газа (до минус 200 °С);
 - другие опасные факторы, связанные с профилем и спецификой объекта, где эксплуатируется расходомер.
 - 2.3.1.4. Запрещается использовать ИУ с врезными ПЭА, рассчитанными на давление меньшее, чем давление газа в трубопроводе.
 - 2.3.1.5. При работе корпуса ВП и БИ должны быть подсоединены к магистрали защитного заземления.
 - 2.3.1.6. В процессе работ по монтажу, пусконаладке или ремонту расходомера запрещается:
 - производить подключения к расходомеру, переключения режимов работы при включенном питании;
 - производить демонтаж элементов расходомера на трубопроводе до полного снятия давления на участке трубопровода, где производятся работы;

- использовать электроприборы и электроинструменты без подключения их корпусов к магистрали защитного заземления, а также использовать перечисленные устройства в неисправном состоянии.

2.3.1.7. При обнаружении внешних повреждений расходомера или сетевой проводки следует отключить расходомер до выяснения специалистом возможности дальнейшей эксплуатации.

2.3.2. Подготовка расходомера к использованию производится представителями предприятия-изготовителя либо персоналом, прошедшим обучение по эксплуатации изделий АО «Взлет». Основная подготовка расходомера к использованию производится при монтаже и подключении. Подготовка расходомера к работе включает ряд мероприятий:

- проверить комплектность расходомера в соответствии с приложенным паспортом;
- перед использованием необходимо произвести внешний осмотр расходомера на отсутствие повреждений (трещины, вмятины и т. п.) и кабелей питания и связи на отсутствие повреждений изоляции;
- монтаж расходомера должен выполняться в соответствии с инструкцией по монтажу ШКСД.407251.035 ИМ.

2.3.3. При вводе расходомера в эксплуатацию должно быть проверено:

- правильность подключения расходомера и взаимодействующего оборудования в соответствии со схемой соединения и подключения;
- соответствие используемых составных частей расходомера и кабелей связи данному каналу измерения. Порядок определения этого соответствия указан в инструкции по монтажу ШКСД.407251.035 ИМ;
- соответствие напряжения питания расходомера требуемым техническим характеристикам;
- правильность заданных режимов работы выходов расходомера.

Кроме этого, необходимо убедиться в соответствии значений параметров функционирования, введенных в расходомер, значениям, указанным в паспортах расходомера и первичного преобразователя либо в протоколе монтажных и пусконаладочных работ.

После проведения пусконаладочных работ для защиты от несанкционированного доступа в процессе эксплуатации может быть опломбирован корпус ВП.

2.4. Использование расходомера

Управление работой расходомера в различных режимах может осуществляться с клавиатуры ВП при помощи системы меню и окон индикации разного уровня, отображаемых на дисплее либо с помощью ПК по интерфейсам RS-485, Ethernet.

2.4.1. Управление с клавиатуры

2.4.1.1. Для управления расходомером с клавиатуры используется многоуровневая система меню, состоящая из основного меню (см. рис. 4), и окон, содержащих списки команд и параметров. Основное меню имеет неизменный состав. Состав и структура подменю и окон, а также возможности модификации установочных параметров определяются режимом работы расходомера.

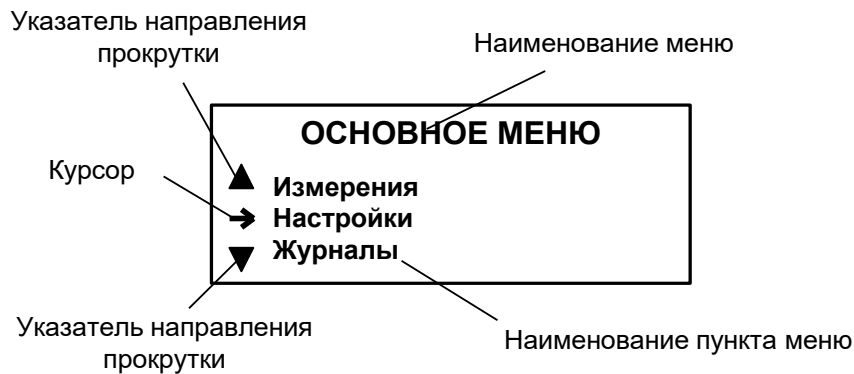


Рис.4. Основное меню расходомера.

2.4.1.2. Клавиатура расходомера состоит из восемнадцати кнопок, назначение и обозначение которых приведены в приложении Г настоящего РЭ.

Клавиатура обеспечивает возможность:



- перемещения по многоуровневой системе меню и окон;
- оперативного управления индикацией на дисплее расходомера;
- ввода установочной информации;
- просмотра архивов и журнала.



2.4.1.3. Индикация на дисплее состоит из наименования меню (окна), располагающегося неподвижно в первой строке дисплея ЖКИ, и наименований пунктов меню (параметров), которые могут смещаться вверх или вниз. Порядок управления, система индикации, взаимосвязи меню и окон, а также таблицы параметров, индицируемых на дисплее, приведены в приложении Д и приложении Е настоящего РЭ.




2.4.1.4. Для указания на выбранный пункт меню, параметр, разряд редактируемого числа или изменяемую часть строки служит курсор. Вид и положение курсора определяется возможностью изменения индицируемой в данной строке информации:



- ➔ - возможен переход к меню (окну) нижнего уровня;
- ▶ - возможно изменение значения параметра или команды (состояния), индицируемой в данной строке;
- - изменение значения параметра невозможно (для некоторых параметров при этом возможен переход к укрупненной индикации значения);
- ▬ - возможно изменение значения разряда числа, под которым расположен мигающий курсор;
- ◀ ▶ - содержимое строки между знаками (треугольными скобками) может быть изменено путем выбора из списка.

2.4.1.5. Одновременно на дисплее может индицироваться не более трех строк (пунктов меню, параметров из списка). Поэтому в начале первой и последней строк пунктов (параметров) могут располагаться указатели направления прокрутки в виде треугольников (см. рис. 4), вершины которых направлены в стороны возможного перемещения курсора по строкам (пунктам меню, параметрам).




Для выбора одного из пунктов меню (параметра) производится прокрутка списка вверх или вниз с помощью кнопок , .


По первому нажатию кнопки  курсор смещается вниз на одну строку и устанавливается между указателями направления прокрутки. При последующих нажатиях кнопки начинается смещение списка пунктов меню (параметров) вверх при неподвижных курсоре и указателях направления прокрутки. При достижении последнего пункта меню (параметра) курсор перемещается на последнюю строку на место нижнего указателя прокрутки. Порядок действий при переборе списка от конца к началу с помощью кнопки  аналогичный.

- 2.4.1.6. Для перехода к меню (окну) нижнего уровня, активизации пункта меню (параметра) необходимо требуемый пункт меню (параметр) установить в одной строке с курсором  и нажать кнопку . Возврат в окно (меню) верхнего уровня осуществляется по нажатию кнопки .



Выход из активного состояния без изменения значения параметра осуществляется по нажатию кнопки , с вводом нового установленного значения параметра – по нажатию кнопки .

- 2.4.1.7. В одном меню (окне) может последовательно индцироваться несколько однотипных по содержанию, но разных по принадлежности меню (окон). Принадлежность меню (окон) обозначается порядковым номером канала, выхода, записи в журнале в строке наименования меню (окна) или обозначением интервала архивирования архивной записи.



Возможность последовательного перебора однотипных меню (окон) указывается символом  слева от наименования меню (окна), содержащего порядковый номер. Для перехода в другое однотипное меню (окно) используются кнопки , .







- 2.4.1.8. В расходомере предусмотрена возможность индикации значений измеряемых и настроечных параметров шрифтом большего размера. Окно с укрупненной индикацией раскрывается после активизации наименования соответствующего параметра нажатием кнопки .





2.4.2. Ввод команд и значений установочных параметров



- 2.4.2.1. Для изменения значения установочного параметра или команды необходимо открыть соответствующее меню (окно), совместить требуемую строку из списка с курсором вида  и нажать кнопку . Новое значение либо устанавливается поразрядно (числовое значение), либо выбирается из списка.

- 2.4.2.2. Поразрядная установка числового значения.





Если изменение значения параметра производится поразрядно, то после нажатия кнопки  курсор вида  преобразится в мигаю-







щий курсор вида  , располагающийся под первым разрядом значения параметра, либо откроется окно поразрядной установки значения с аналогичным мигающим курсором  под первым разрядом числа. Изменение прежнего значения выполняется либо путем набора нового значения параметра с помощью кнопок  ...  либо путем поразрядного изменения числа с помощью кнопок , .

Однократное нажатие кнопки  () приводит к увеличению (уменьшению) числового значения разряда, отмеченного курсором, на одну единицу. Перевод курсора к другому разряду производится при помощи кнопок , .

Ввод установленного числового значения параметра производится нажатием кнопки , отказ от ввода (возврат к прежнему значению) – нажатием кнопки .

2.4.2.3. Установка значения параметра, команды, обозначения, выбираемого из списка.

Если значение параметра (команды, обозначения) выбирается из списка, то после нажатия кнопки  курсор вида  преобразуется в треугольные скобки   вокруг значения параметра (команды, обозначения), которые можно изменить.









Перебор значений из списка осуществляется нажатием кнопок ,  или , . Ввод выбранного значения параметра (команды, обозначения) производится нажатием кнопки , отказ от ввода (возврат к прежнему значению) – нажатием кнопки .

2.5. Настройка перед работой

2.5.1. Инициализация расходомера

Инициализация расходомера – это подготовка расходомера к работе, определение настроечных параметров, приведение расходомера в состояние готовности к настройке. Данная функция доступна в режиме СЕРВИС в меню **Системные параметры** и предназначена для быстрой установки части настроечных параметров в значение по умолчанию. При инициализации расходомера стираются все архивы.

2.5.2. Коррекция приборной даты и времени

Для коррекции выбирается и активизируется параметр **Настройки / Системные параметры / Установка часов / Дата (Время)**, затем кнопками ,  курсор — последовательно устанавливается в позицию «день», «месяц», «год» («часы», «минуты», «секунды»). В каждой позиции кнопками  ...  либо ,  модифицируется значение выбранного параметра. Ввод установленного значения параметра производится нажатием кнопки , отказ от ввода (возврат к прежнему значению) – нажатием кнопки .

2.5.3. Установка режима перевода на «летнее»/«зимнее» время

2.5.3.1. В расходомере обеспечивается возможность автоматического перехода приборных часов на «летнее» / «зимнее» время. При этом пользователь может:

- устанавливать режим перехода приборных часов;
- отключать функцию перехода приборных часов.

Предусмотрено два режима перехода приборных часов на «летнее»/«зимнее» время: стандартный и пользовательский.

При установке стандартного режима переход на «летнее» время осуществляется в последнее воскресенье марта в 2:00:00 на один час вперед, а переход на «зимнее» время – в последнее воскресенье октября в 3:00:00 на один час назад.

При установке пользовательского режима момент перехода часов может задаваться пользователем.

Если функция перевода отключена, то приборные часы ведут отсчет только по «зимнему» времени.

2.5.3.2. Для установки режима перевода необходимо активизировать пункт **Настройки / Системные параметры / Установка часов / Параметры перевода / Режим** и установить одно из значений: **стандартный** или **пользоват.**







Если установлен стандартный режим, то время и дату автоматических переходов на «летнее» и «зимнее» время можно посмотреть в окнах **Летнее время** и **Зимнее время** соответственно.



Если установлен пользовательский режим, то моменты перехода на «летнее» и «зимнее» время можно установить в окнах **Летнее время** и **Зимнее время** соответственно, воспользовавшись указаниями, приведенными в п.2.4.2.2.

При установке для параметра **Режим** значения **нет перевода** пункты меню **Летнее время** и **Зимнее время** становятся недоступными.

2.5.4. Установка коэффициентов КР и Ки

Для расчета **КР** в меню **Частотный выход X** предварительно необходимо ввести значения **Qвп**, **Qнп** и **Fмакс** в соответствии с

п.2.4.2.2. Затем кнопками  ,  строка меню **Расчет КР...** совмещается с курсором  и нажимается кнопка . При этом многоточие в конце строки **Расчет КР...** заключается в треугольные скобки  .

Для запуска процедуры расчета необходимо нажать кнопку , а после появления вместо многоточия в треугольных скобках надписи **Старт** – кнопку . В результате вместо индикации **Старт** вновь появится индикация многоточия, а строкой выше – вычисленное значение **КР**.

Для расчета **Ки** в меню **Импульсный выход X** необходимо ввести значения параметров **Qвп** и τ . Процедура проведения расчета **Ки** аналогична процедуре расчета **КР**.

Если расчетное значение **КР (Ки)** по каким-либо соображениям не устраивает пользователя, то он может установить для **КР** другое меньшее (а для **Ки** – большее) значение. При этом значения **Qвп**, **Qнп** и **Fмакс (Qвп и τ)** не меняются.

При неправильно с учетом частоты (длительности импульса) установленном значении **КР (Ки)** появится сообщение о нештатной ситуации.

2.5.5. Экспоненциальный фильтр

Для обеспечения требуемой реакции расходомера на изменение скорости потока измеряемого газа, в расходомере реализован экспоненциальный фильтр, обрабатывающий время прохождения УЗС расстояния между ПЭА по и против потока (параметр **Kdt** в меню **Обраб. рез. X канал**). Коэффициент фильтра может принимать значения от 0 до 0,9999 и по умолчанию равен нулю (фильтрации нет). Чем выше значение коэффициента фильтра, тем быстрее реакция расходомера на изменение скорости потока.

В расходомере также реализован алгоритм быстрой установки экспоненциального фильтра. Для его настройки используется параметр **Порог Kdt** в меню **Обраб. рез. X канал**. Данный параметр представляет из себя разность значений на входе и выходе фильтра в процентах от выходного значения и может принимать значения от 0 до 250. Алгоритм быстрой установки работает только тогда, когда параметр фильтра **Kdt** установлен более, чем 0,5. Быстрая установка фильтра заключается в том, что при превышении заданного значения **Порог Kdt**, коэффициент фильтра **Kdt** принимает значение 0,5. Если превышения порога нет, то коэффициент **Kdt** равен значению, установленному пользователем.

2.5.6. Особенности настройки параметров связи

При настройках параметров связи расходомера для работы по интерфейсу RS-485 обязательно должно быть установлено значение **Упр. RS232 однонапр.** (меню **Настройки / Системные параметры / Настройки связи / Дополнительно**).



2.6. Порядок работы

2.6.1. Индикация измеряемых параметров

Работа пользователя с расходомером может осуществляться либо с помощью клавиатуры и дисплея, либо по интерфейсу RS-485 или Ethernet.

2.6.1.1. После включения расходомера на дисплее ВП индицируется информация о расходомере. По завершению самоконтроля на дисплей выводится основное меню.

2.6.1.2. Для перехода к индикации измеряемых параметров необходимо нажать кнопку , кнопками ,  выбрать нужный номер канала, а кнопками ,  требуемый параметр.





При необходимости перехода к укрупненной индикации измеряемого параметра необходимо совместить наименование нужного параметра с курсором  и нажать кнопку .

2.6.1.3. Введенный в эксплуатацию расходомер работает непрерывно в автоматическом режиме. Расходомер обеспечивает индикацию значений измеряемых параметров с разрядностью, указанной в приложении Е настоящего РЭ.

2.6.1.4. В окне укрупненной индикации, кроме наименования параметра, номера канала, единицы измерения и значения параметра, индицируется часть знакопозиционного кода слова состояния канала. Полное слово состояния канала (см. таблицу Ж.1 приложения Ж настоящего РЭ) индицируется в окне **Журналы / Текущее состояние (ТЕК. СОСТ. X канал)**.


Для определения вида нештатной ситуации, возникшей в данном канале измерения и индицируемой в окне укрупненной индикации измеряемого параметра в виде знака « x » в слове состояния, необходимо открыть окно **Журналы / Текущее состояние (ТЕК. СОСТ. X канал) / НС (НС X канал)** соответствующего канала. В окне, кроме наименования вида НС, будет индицироваться время начала и продолжительность нештатной ситуации.

2.6.2. Просмотр архивов и журнала

2.6.2.1. Для просмотра записей в архивах необходимо выбрать вид архива **Архивы / Просмотр архивов / X луч / Часовой архив (Суточный архив)**. Затем выбрать нужный интервал архивирования при помощи кнопок ,  и с помощью кнопок ,  просмотреть заархивированные значения параметров.


В часовом, суточном, месячном и интервальном архивах последняя строка окна содержит опцию **Поиск записи**. После активизации этой опции происходит переход в окно **ПОИСК В ЧАС. (СУТ.) АРХ.** и курсор устанавливается в строке с индикацией интервала архивирования.

Для поиска записи производится активизация строки и ввод требуемого интервала архивирования. Если введенный для поиска интервал архивирования имеется в архиве, то по нажатию

кнопки  осуществляется переход к заданному (или ближайшему) интервалу архивирования. Если введенный интервал архивирования отсутствует, то в последней строке индицируется надпись **Запись не найдена**.

2.6.2.2. Для просмотра записей в журнале необходимо выбрать вид журнала **Журнал / Журнал оператора**. Порядок просмотра записей в журнале такой же, как при просмотре записей в архивах.

В журнале вмешательства оператора в последней строке записей индицируется надпись **Номер записи**. Для быстрого перехода к записи с требуемым номером необходимо активизировать данную строку, задать номер искомой записи и нажать кнопку

. Если записи с таким номером не существует, на дисплее будет индицироваться последняя запись.

2.7. Возможные неисправности и методы их устранения

2.7.1. Наиболее полно работоспособность расходомера характеризуется наличием индикации измеряемых параметров, а также значениями установочных параметров, введенных в полном объеме и в заданных пределах.

2.7.2. В расходомере периодически производится автоматический контроль в режиме самотестирования с индикацией слов состояний, фиксирующих возникшие неисправности, отказы и нестандартные ситуации.

Текущее состояние расходомера индицируется в окнах **ЖУРНАЛЫ / ТЕК. СОСТ. 1 (2,3,4) канал** в виде слов состояния НС измерительного канала.

Кроме того, слово состояния НС отображается в окнах укрупненной индикации текущих значений измеряемых параметров.

Слово состояния индицируется в виде знакопозиционного кода – комбинации знаков « - » и « × ». Знак « - » означает отсутствие события, знак « × » – наличие события.

Содержание слов состояния, вероятные причины возникновения некоторых неисправностей и нестандартных ситуаций, методы их устранения приведены в приложении Ж настоящего РЭ.

Для определения вида нестандартной ситуации, возникшей в канале измерения и индицируемой в окне укрупненной индикации измеряемого параметра, необходимо открыть окно **Журналы / Текущее состояние (ТЕК. СОСТ. X канал) / НС (НС X канал)** соответствующего канала. В окне, кроме наименования вида НС, индицируется время начала и продолжительность нестандартной ситуации.

2.7.3. Под нестандартной ситуацией понимается событие, при котором возникает несоответствие измеряемых параметров метрологическим возможностям расходомера или при котором измерения становятся невозможными вследствие нарушения условий измерения. НС фиксируется, если ее длительность не менее 1 с.

Обработка вторичным преобразователем нештатных ситуаций производится следующим образом: при выполнении условия наступления НС на определенном знакоместе слова состояния отображается символ « × », а по окончании в архив записывается наименование НС, время начала, окончания и длительность НС.

Нештатная ситуация **Время инерции** (последнее знакоместо в слове состояния) в архивы не записывается.

Кроме того, в архив записывается отсутствие питания расходомера.

В зависимости от вида НС реакция ВП может быть в виде прекращения измерения расхода, прекращения накопления объема и учета времени простоя. Учет времени простоя начинается в случае прекращения накопления объема.

- 2.7.4. Обработка пропадания УЗС зависит от соотношения длительности отсутствия УЗС и заданного значения времени инерции (**Вр. инер.**), которое может устанавливаться в диапазоне от 5 до 300 с (задается в окне **НАСТРОЙКИ / Обработ. результатов / ОБРАБ. РЕЗ. X луч**).

При пропадании УЗС в измерительном канале в слове состояния фиксируется НС **Время инерции**, прекращается накопление объема газа и продолжается индикация последнего измеренного значения расхода.

Если длительность отсутствия сигнала меньше заданного времени инерции, то после появления УЗС НС **Время инерции** снимается и производится расчет среднего значения расхода за время отсутствия УЗС. Среднее значение расхода рассчитывается по последнему значению, измеренному перед пропаданием УЗС, и первому значению, измеренному после появления УЗС. Полученное среднее значение используется для расчета приращения объема за время отсутствия УЗС. Рассчитанное приращение объема добавляется к значению объема, накопленному к моменту пропадания УЗС. После чего продолжается процесс измерения расхода и накопления объема.

Если длительность отсутствия УЗС превысит время инерции, то НС **Время инерции** снимается, фиксируется НС **Нет УЗС**, прекращается накопление объема, индицируется нулевое значение расхода и начинает работать счетчик времени простоя. В случае появления УЗС расходомер возобновляет измерение расхода и накопление объема со значения объема, накопленного к моменту пропадания УЗС. Факт пропадания УЗС отмечается записью в часовом архиве, а также увеличением времени простоя на время отсутствия УЗС.

- 2.7.5. Если значение расхода больше установленного значения верхнего порога или меньше значения нижнего порога, то фиксируется одноименная НС, продолжается накопление объема и измерение расхода.

Если расход превысил значение, соответствующее скорости потока 10 м/с, то фиксируется НС **Q>Qmax**, прекращается накопление и архивирование объема, но продолжается измерение и индикация измеренного значения расхода.

2.7.6. В случае возникновения неисправности или НС прежде всего следует проверить:

- наличие и соответствие нормам напряжения питания на входе расходомера и источника питания;
- надежность подсоединения сигнальных кабелей ПЭА;
- наличие сжиженного газа и его движения в трубопроводе;
- отсутствие скопления газа в газообразном состоянии в месте установки ППР.

Если перечисленные выше проверки не привели к восстановлению нормальной работы расходомера, следует обратиться в сервисный центр (региональное представительство) или к изготовителю расходомера для определения возможности его дальнейшей эксплуатации.

2.7.7. Расходомер по виду исполнения и с учетом условий эксплуатации относится к изделиям, ремонт которых производится на специализированных предприятиях или на предприятии-изготовителе.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1. Общие указания

Техническое обслуживание (ТО) необходимо осуществлять для обеспечения надежной работы и постоянной готовности расходомера к использованию.

Объектами технического обслуживания являются:

- ВП расходомера;
- БИ;
- ПЭА Ех;
- состояние и подсоединение подходящих к расходомеру кабелей.

ТО производится персоналом, обслуживающим расходомер.

Периодичность ТО зависит от условий эксплуатации, но не должна быть реже одного раза в 3 месяца.

3.2. Меры безопасности

Расходомер обеспечивает безопасность для обслуживающего персонала и удовлетворяет требованиям безопасности, изложенным в ГОСТ 12.2.007.0.

При ТО расходомера необходимо соблюдать меры безопасности согласно «Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок».

3.3. Порядок технического обслуживания расходомера

3.3.1. ТО включает в себя следующие мероприятия:

- проверка работоспособности расходомера;
- проверка соблюдения условий эксплуатации;
- проверка наличия напряжения питания;
- проверка отсутствия внешних повреждений составных частей расходомера;
- контроль параметров БИ расходомера;
- контроль надежности электрических и механических соединений.

3.3.2. Несоблюдение условий эксплуатации расходомера, указанных в настоящем РЭ, может привести к его отказу или превышению допустимого уровня погрешности измерений.

Внешние повреждения расходомера также могут вызвать его отказ, либо увеличение погрешности измерения. При появлении внешних повреждений ВП расходомера, ПЭА, БИ или кабелей питания, связи необходимо обратиться в сервисный центр или региональное представительство для определения возможности его дальнейшей эксплуатации.

Ориентировочное время проведения ТО расходомера составляет 30 мин.

Все операции, произведенные с расходомером, выявленные неисправности, а также отрицательные результаты выполнения ТО должны фиксироваться в специальном журнале по форме, аналогичной приведенной в ГОСТ Р 2.610, для заполнения формуляра, раздел «Учет технического обслуживания».

- 3.3.3. Наличие напряжения питания расходомера определяется по наличию индикации, а работоспособность расходомера – по содержанию индикации на дисплее расходомера. Возможные неисправности, индицируемые расходомером, приведены в приложении Ж настоящего РЭ.
- 3.3.4. При монтаже и демонтаже расходомера необходимо руководствоваться документом ШКСД.407251.035 ИМ.
- 3.3.5. На месте эксплуатации выявляется неисправность с точностью до составной части: ВП, ПЭА, БИ, источник питания, кабели связи. Неисправный элемент заменяется на исправный. При отказе одного ПЭА заменяются оба датчика пары.

ВНИМАНИЕ! При замене ВП, ПЭА, БК, БИ, кабелей связи с ПЭА необходимо определить и ввести в расходомер значенные параметров dT_0 , $R_{доп}$ для канала измерения, в котором произведена замена (см. пп.7.2.1, 7.2.2 документа ШКСД.407251.035 ИМ).

Отправка расходомера для проведения поверки или ремонта должна производиться с его паспортом. В сопроводительных документах необходимо указывать почтовые реквизиты, телефон и факс отправителя, а также способ и адрес обратной доставки.

При отправке в поверку или в ремонт, измерительный участок и поверхности гильз для установки врезных ПЭА должны быть очищены от отложений, осадков, накипи и т.п.

3.4. Проверка параметров блока искрозащитного

- 3.4.1. Проверка выполняется на отключенном блоке искрозащитном.

Перечень параметров, подлежащих периодической проверке:

- уровень ограничения выходного сигнала, $U_{ХХmax}$;
- сопротивление изоляции:
 - 1) между входами и выходами;
 - 2) между входами, выходами и клеммой заземления.

- 3.4.2. Проверка уровня ограничения выходного сигнала.

Для выполнения проверки собирается схема, приведенная на рис. 5. Генератор импульсов и электронный осциллограф подготавливаются к работе в соответствии со своими инструкциями по эксплуатации.

Проверку осуществляют последовательно по каналам: вначале генератор подсоединяют ко входам Вх.1.1-Вх.1.2, а осциллограф – к выходам Ех-1.1–Ех-1.2, затем генератор подсоединяют ко входам Вх.2.1-Вх.2.2, а осциллограф – к выходам Ех-2.1–Ех-2.2,.

На генераторе задаются параметры импульса:

- длительность – 0,5 мкс;
- период – 100 мкс;
- амплитуда – 30 В.

По осциллографу убедиться в наличии импульсов на выходе БИ с параметрами, отличающимися от заданных по входу не более чем на 15 %. Увеличивая амплитуду сигнала с выхода генератора,

убедиться в наступлении ограничения амплитуды сигнала на выходе. Уровень ограничения должен составлять $(50 \pm 7,5)$ В.

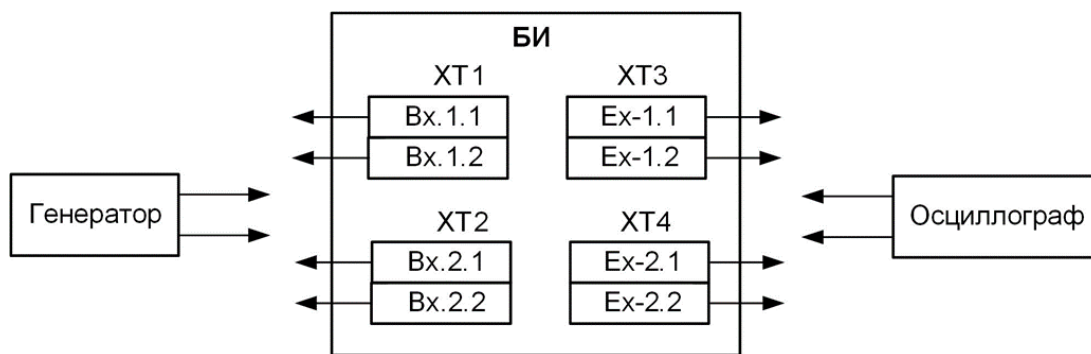


Рис.5. Схема проверки уровня ограничения выходного сигнала.

3.4.3. Проверка сопротивления изоляции.

Сопротивление изоляции проверяется мегаомметром при напряжении постоянного тока 100 В.

Испытательное напряжение в 100 В последовательно прикладывают:

- между соединенными между собой попарно контактами Вх.1.1-Вх.1.2 и Ех-1.1–Ех-1.2 БИ;
- между соединенными между собой попарно контактами Вх.2.1-Вх.2.2 и Ех-2.1–Ех-2.2 БИ;
- между соединенными между собой контактами Вх.1.1-Вх.1.2, Вх.2.1-Вх.2.2, Ех-1.1–Ех-1.2, Ех-2.1–Ех-2.2 и клеммой заземления БИ.

Показания, определяющие электрическое сопротивление изоляции, следует отсчитывать по истечении 1 мин после приложения напряжения или меньшего времени, за которое показания практически установятся. Сопротивление изоляции при всех измерениях должно быть не менее 20 МОм.

3.5. Поверка

Поверка расходомера проводится в соответствии с документом МП_____.

Межповерочный интервал – 4 года.

4. ХРАНЕНИЕ

- 4.1. Составные части расходомера упаковываются в индивидуальную тару категории КУ-2 по ГОСТ 23170 (ящик из гофрированного картона либо деревянный ящик).

Измерительный участок и присоединительная арматура поставляется в отдельной таре россыпью или в сборе.

- 4.2. Хранение расходомера должно осуществляться в транспортировочной сумке в соответствии с условиями хранения 1 согласно ГОСТ 15150. В помещении для хранения не должно быть токопроводящей пыли, паров кислот, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию и разрушающих изоляцию.

Расходомер не требует специального технического обслуживания при хранении.

5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

5.1. Составные части расходомера упаковываются в индивидуальную тару категории КУ-2 по ГОСТ 23170 (ящик из гофрированного картона либо деревянный ящик).

Измерительный участок и соединительная арматура поставляется в отдельной таре россыпью или в сборе.

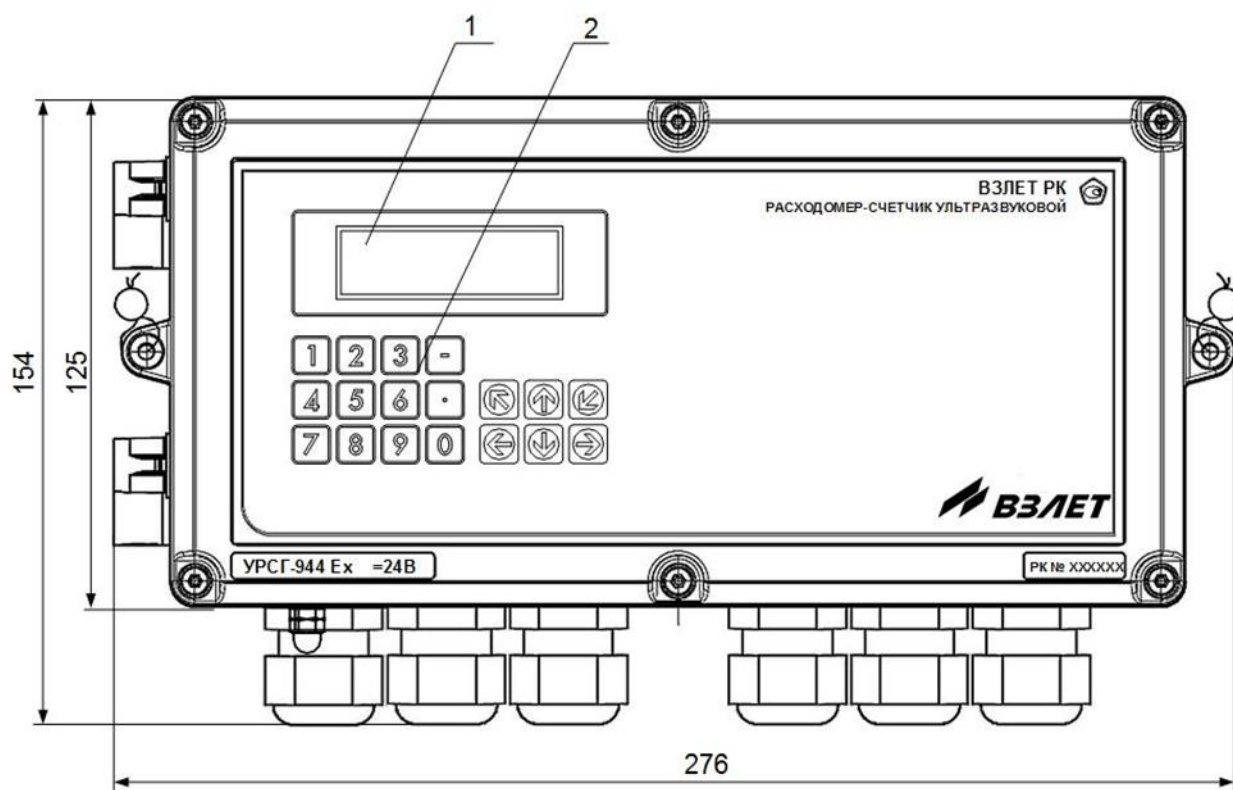
5.2. Хранение расходомера должно осуществляться в транспортировочной сумке в соответствии с условиями хранения 1 согласно ГОСТ 15150. В помещении для хранения не должно быть токопроводящей пыли, паров кислот, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию и разрушающих изоляцию.

Расходомер не требует специального технического обслуживания при хранении.

6. УТИЛИЗАЦИЯ

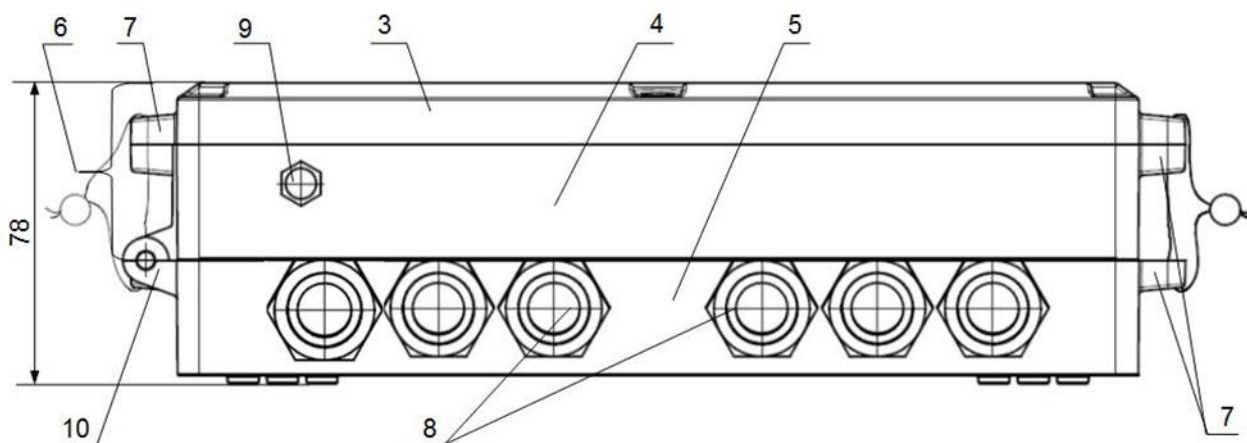
Расходомер не содержит веществ и компонентов, представляющих опасность для здоровья людей и окружающей среды в процессе и после окончания срока службы. Утилизация расходомера осуществляется отдельно по группам материалов: пластмассовые и резиновые элементы, платы с электронными компонентами, металлические элементы корпуса и крепежные элементы.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Вид составных частей расходомера



Масса не более 5 кг

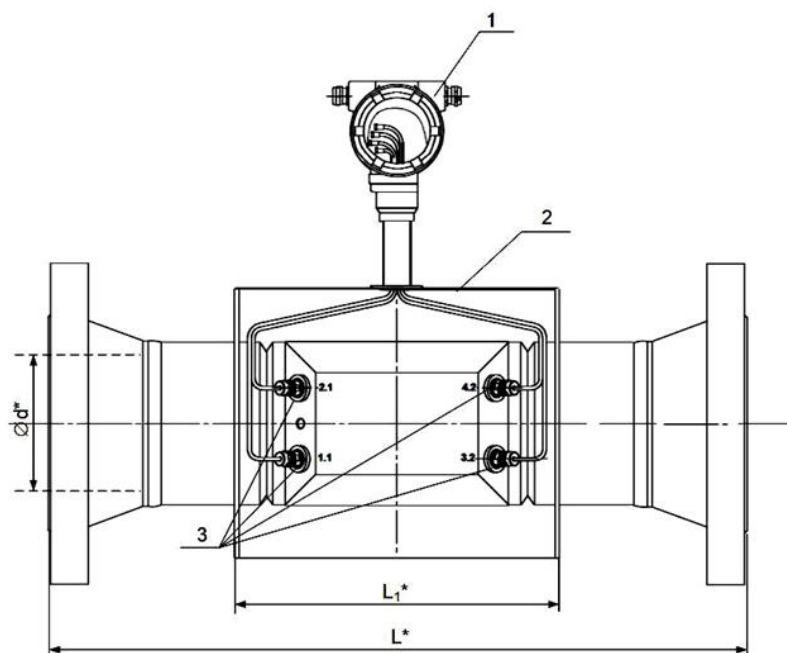
а) вид спереди



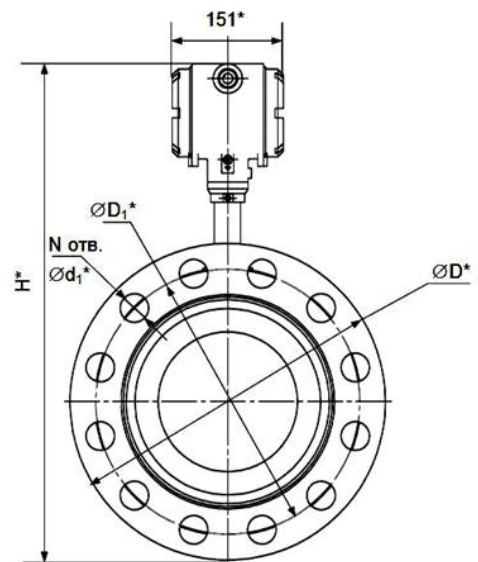
б) вид снизу

1 – дисплей; 2 – клавиатура; 3 – блок преобразователя и клавиатуры; 4 – блок ВИП; 5 – блок коммутации; 6 – субблок обработки данных; 7 – проушины для установки эксплуатационных пломб; 8 – гермовводы; 9 – клемма заземления; 10 – петли, на которых откидывается субблок обработки данных.

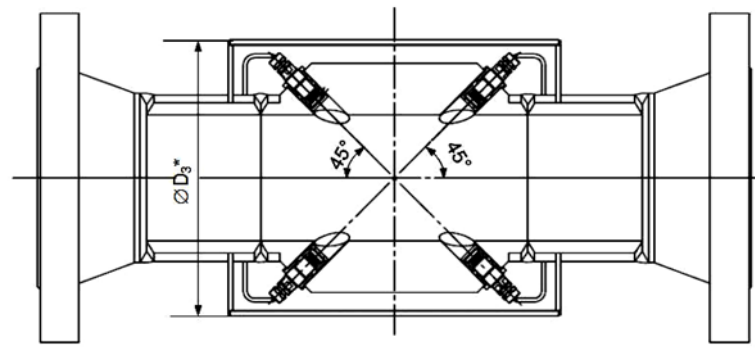
Рис.А.1. Вторичный измерительный преобразователь.



а) вид сбоку (кожух и крышка БК не показаны)



б) вид со стороны фланца



в) вид снизу (кожух не показан)

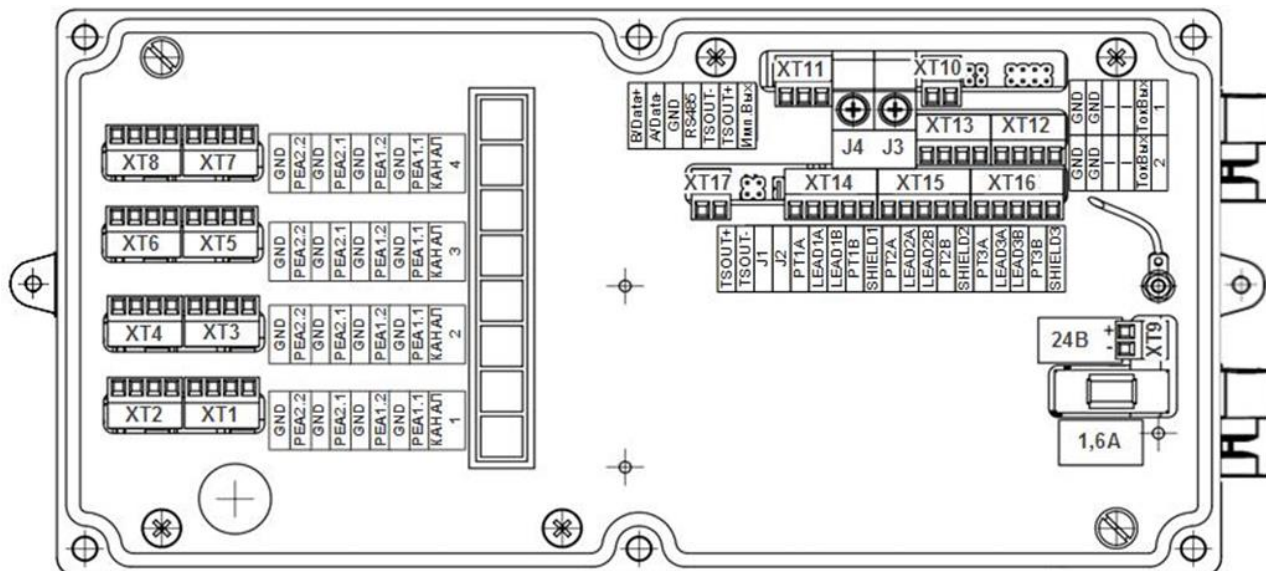
* Размеры для справок.

1 – блок коммутации; 2 – кожух; 3 – ПЭА.

Рис.А.2. Первичный преобразователь расхода.

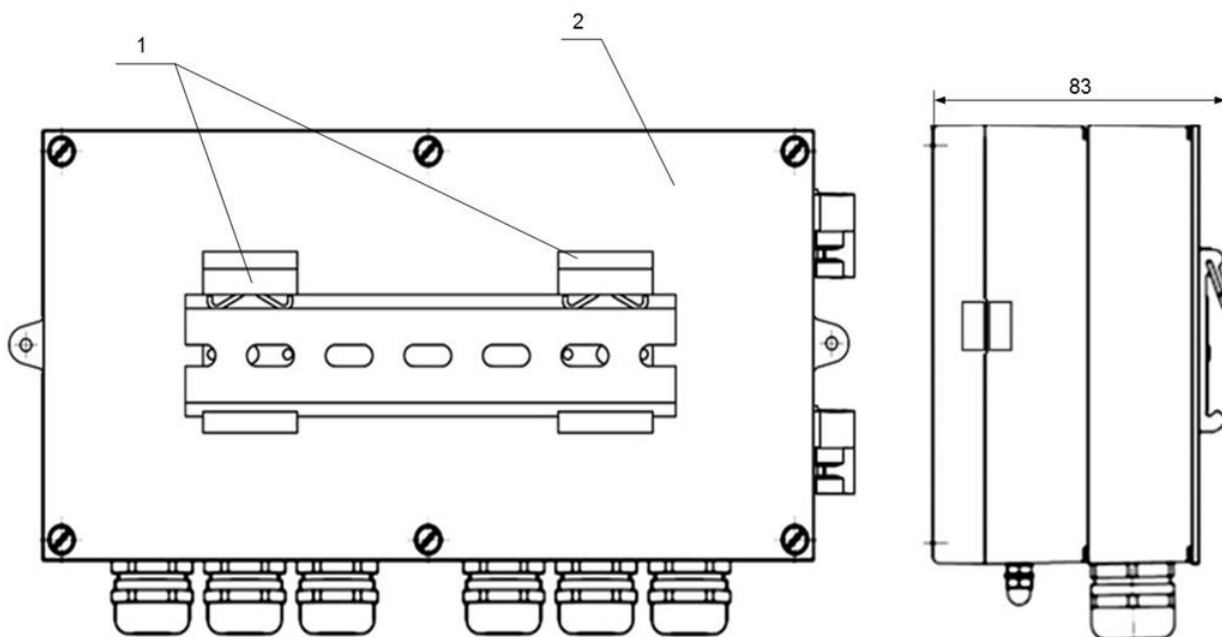
Таблица А.1. Массогабаритные характеристики первичного преобразователя

| DN | d^* , мм | d_2^* , мм | N отв. | D^* , мм | D_1^* , мм | D_3^* , мм | L^* , мм | L_1^* , мм | H^* , мм | Масса, кг |
|-----|------------|--------------|--------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|------------|-----------|
| 100 | 98 | 22 | 8 | 230 | 190 | 303 | 500 | 344 | 630 | 54,4 |
| 200 | 190 | 39 | 12 | 430 | 360 | 363 | 936 | 436 | 740 | 225 |
| 400 | 410 | 33 | 16 | 610 | 550 | 603 | 830 | 580 | 980 | 195 |



J3 – контактная пара разрешения модификации калибровочных параметров; J4 – контактная пара разрешения модификации параметров функционирования; XT1-XT8 – разъемы для подключения кабелей связи с ПЭА; XT9 – разъем для подключения напряжения питания =24 В; XT10 – разъем универсального выхода; XT11 – разъем подключения интерфейса RS-485; XT12, XT13 – разъемы токовых выходов; XT14, XT15 – резерв; XT16 – разъем подключения ТПС; XT17 – резерв.

Рис.А.3. Вид сзади субблока обработки данных.



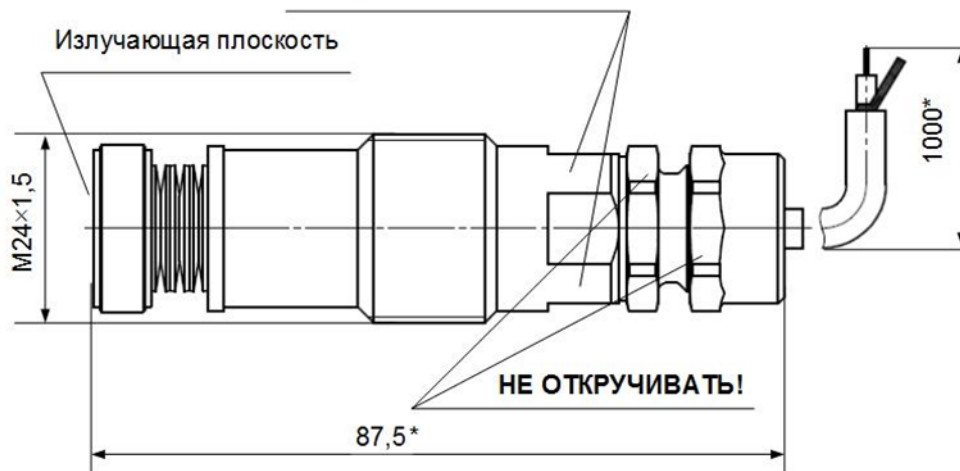
а) вид сзади

1 – крепежные пластины DRB01; 2 – ВП.

б) вид сбоку

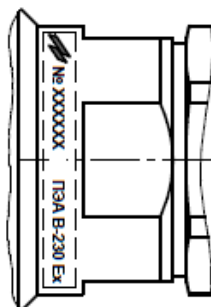
Рис.А.4. Монтаж ВП на DIN-рейку.

Грани под ключ 19 мм для установки и демонтажа ПЭА из гильзы



* Размеры для справок

а) общий вид



б) место маркировки ПЭА

Рис.А.5. Внешний вид врезного ПЭА Ex.

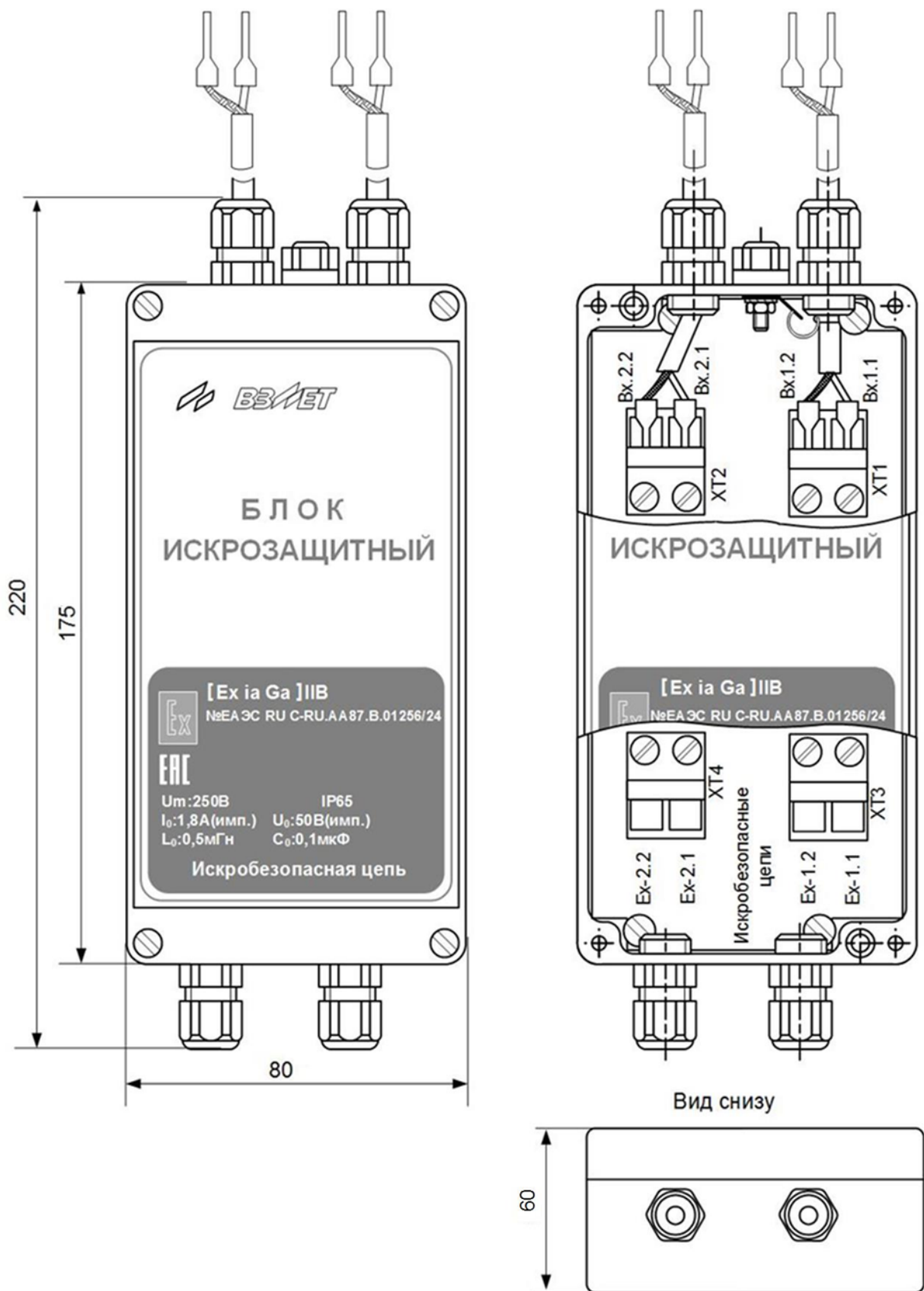


Рис.А.6. Вид блока искрозащитного.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Универсальные выходы расходомера

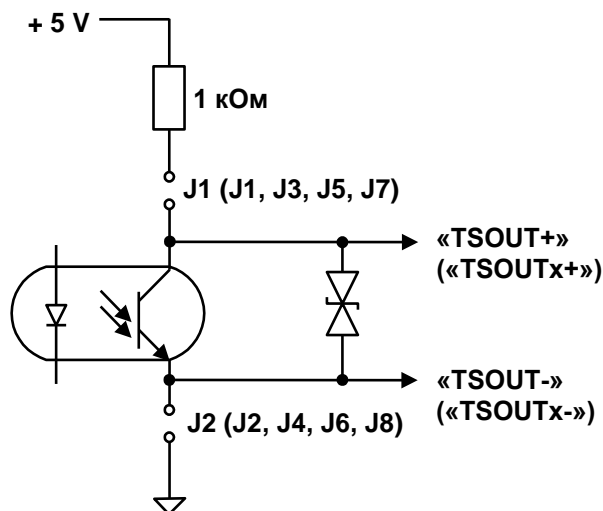


Рис.Б.1. Схема оконченого каскада универсальных выходов.

В скобках на схеме указаны обозначения для универсальных выходов сервисных модулей.

Для установленного значения **Актив. Ур. <Высокий>** наличие импульса на выходе в частотном и импульсном режимах, а также наличие события в логическом режиме соответствует разомкнутое состояние электронного ключа. При отсутствии импульса и отсутствии события электронный ключ замкнут.

Для установленного значения **Актив. Ур. <Низкий>** состояния электронного ключа обратные.

При активном режиме работы оконченого каскада и разомкнутом электронном ключе напряжение на выходе будет в пределах от 2,4 до 5,0 В, при замкнутом ключе – не более 0,4 В. Работа выхода при активном режиме работы оконченого каскада допускается на нагрузку с сопротивлением не менее 1 кОм.

В пассивном режиме питание должно осуществляться напряжением постоянного тока от 5 до 15 В от внешнего источника. Допускается питание напряжением до 24 В, при этом амплитуда выходных импульсов будет ограничено уровнем в 15 В. Допустимое значение коммутируемого тока нагрузки не более 10 мА.

Подключение оконченого каскада к внутреннему источнику 5 В осуществляется с помощью соответствующих перемычек, замыкающих контактные пары установки режима работы оконченого каскада универсального выхода.

Длина линии связи для универсальных выходов – до 300 м.

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Структура средств взрывозащиты

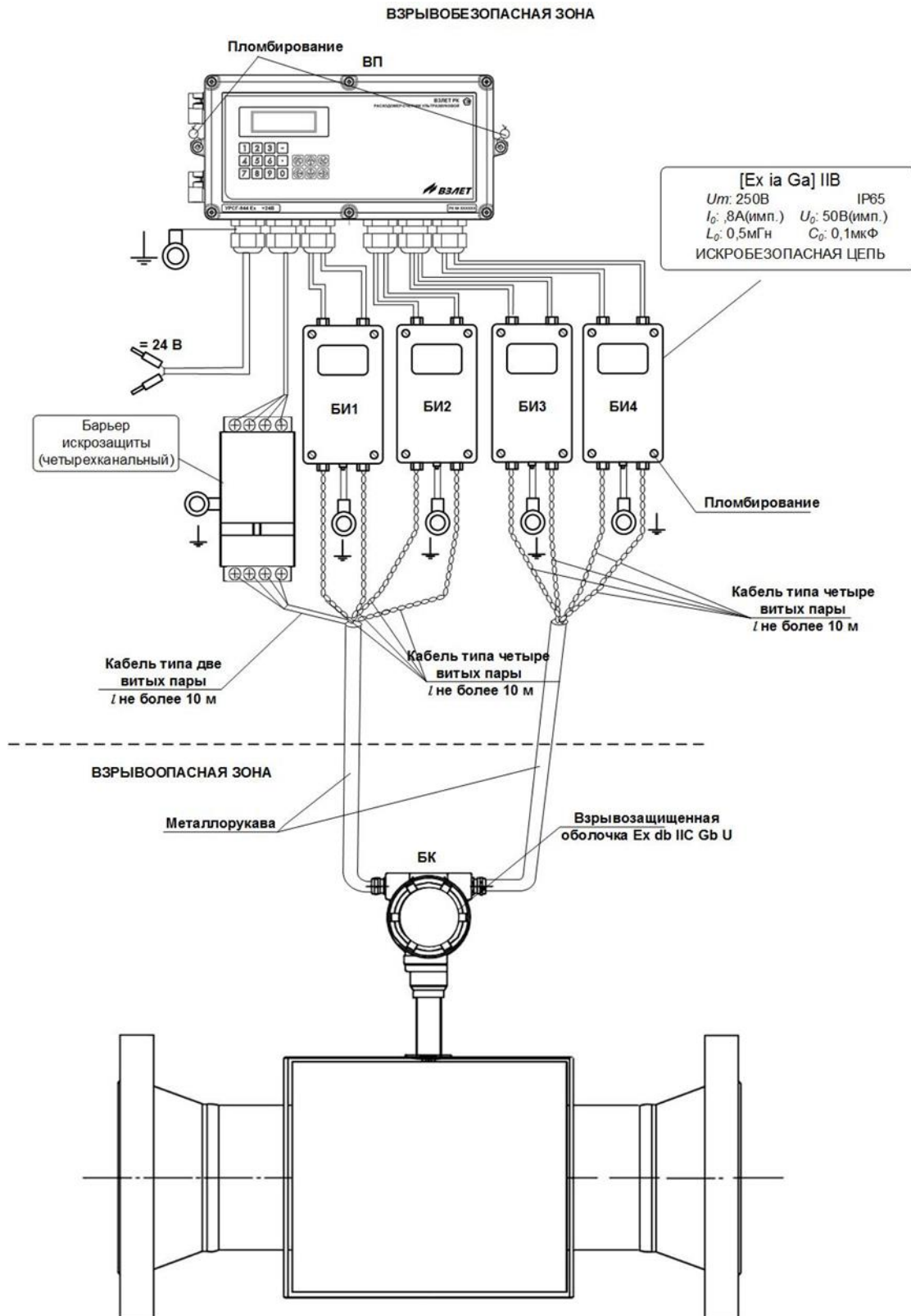


Рис.В.1. Структура средств взрывозащиты расходомеров ВЗЛЕТ РК с разделением зон.

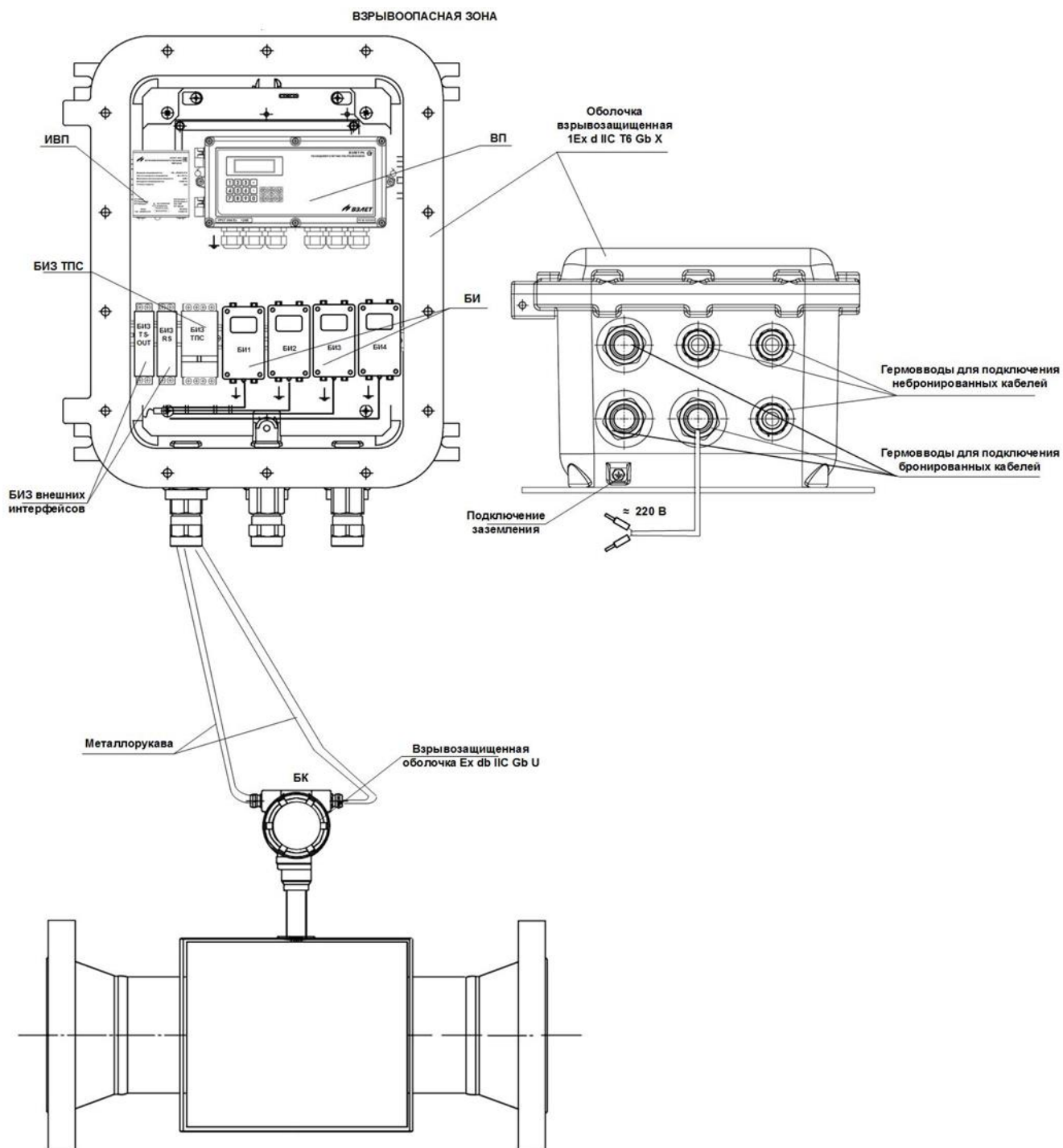











Рис.В.2. Структура средств взрывозащиты расходомеров ВЗЛЕТ РК при расположении во взрывоопасной зоне.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Назначение и обозначение кнопок клавиатуры

Таблица Г.1. Назначение и обозначение кнопок клавиатуры












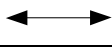

| Обозначение | Назначение кнопки |
|---|---|
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. При выборе пункта меню, параметра, архивной записи, значения из списка – перемещение по списку вверх 2. При установке значения числовой величины – увеличение значения разряда на единицу |
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. При выборе пункта меню, параметра, архивной записи, значения из списка – перемещение по списку вниз 2. При установке значения числовой величины – уменьшение значения разряда на единицу |
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. При поразрядной установке числовых значений – перемещение курсора по разрядам числа влево 2. При просмотре журнальных записей – уменьшение номера записи 3. При переборе однопанельных меню (окон) – переход к меню (окну) с меньшим порядковым номером или к предыдущему интервалу архивирования 4. При выборе пункта меню, параметра, архивной записи, значения из списка – перемещение по списку вверх |
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. При поразрядной установке числовых значений – перемещение курсора на разряд числа вправо 2. При просмотре журнальных записей – увеличение номера записи 3. При переборе однопанельных меню (окон) – переход к меню (окну) с большим порядковым номером или к последующему интервалу архивирования 4. При выборе пункта меню, параметра, архивной записи, значения из списка – перемещение по списку вниз |
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Переход в выбранное меню (окно) нижнего уровня 2. Активизация пункта меню (параметра): открытие доступа к изменению значения параметра, команды или выполнению действия 3. Выполнение операции, ввод заданного значения параметра, команды |
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Выход в меню (окно) более высокого уровня 2. Выход из активного состояния: закрытие доступа к изменению значения параметра, команды или выполнению действия 3. Отказ от выполнения операции, отказ от ввода измененного значения параметра, команды и выход в меню (окно) более высокого уровня |
|  | Набор числового значения установочного параметра |
|  | Перевод курсора в дробную часть числа |
|  | Знак отрицательного числового значения параметра |

ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Система меню расходомера

Система меню и окон, а также связей между ними приведена на рис. Д.1-Д.7. Перечень обозначений, используемых в рисунках, приведен в таблице Д.1.

Перечень параметров, разрядность индикации или возможные значения индицируемых параметров приведены в приложении Е настоящего РЭ.

Таблица Д.1. Перечень обозначений, используемых в рисунках

| Вид элемента | Назначение |
|--|--|
| НАСТРОЙКИ | Наименование меню |
| Объем | Наименование пункта меню, команды или параметра |
| X, XXX | Нередактируемое числовое значение параметра или редактирование производится в другом окне |
|  | Поразрядно редактируемое числовое значения параметра |
| <i>День недели</i> | Значение параметра устанавливается расходомером. Надпись отображает смысловую суть параметра |
| < Месяц > | Значение параметра задается пользователем путем выбора из списка. Надпись в угловых скобках обозначает смысловую суть или возможные значения параметра |
|  | Окно или пункт меню (параметр) индицируется только в режиме «Сервис» |
|  | Окно или пункт меню (параметр) индицируется только в режиме «Настройка» |
|  | Окно или пункт меню (параметр) индицируется в режимах «Сервис» и «Настройка» |
| Значок  с обозначением режима отсутствует | Окно или пункт меню (параметр) индицируется во всех режимах: «Работа», «Сервис», «Настройка» |
|  | Модификация параметра (параметров) или переход в окно нижнего уровня возможен только в режиме «Сервис» |
|  | Модификация параметра (параметров) или переход в окно нижнего уровня возможен только в режиме «Настройка» |
|  | Модификация параметра (параметров) или переход в окно нижнего уровня возможен в режимах «Сервис» и «Настройка» |
| Значок  с обозначением режима отсутствует | Модификация параметра (параметров) возможна во всех режимах: «Работа», «Сервис», «Настройка» |
|  | Окно укрупненной индикации и ввода значения параметра |
|  | Окно укрупненной индикации |
|  | Переход между окнами |
|  Рис. Д.1 | Указатель перехода на другой рисунок |

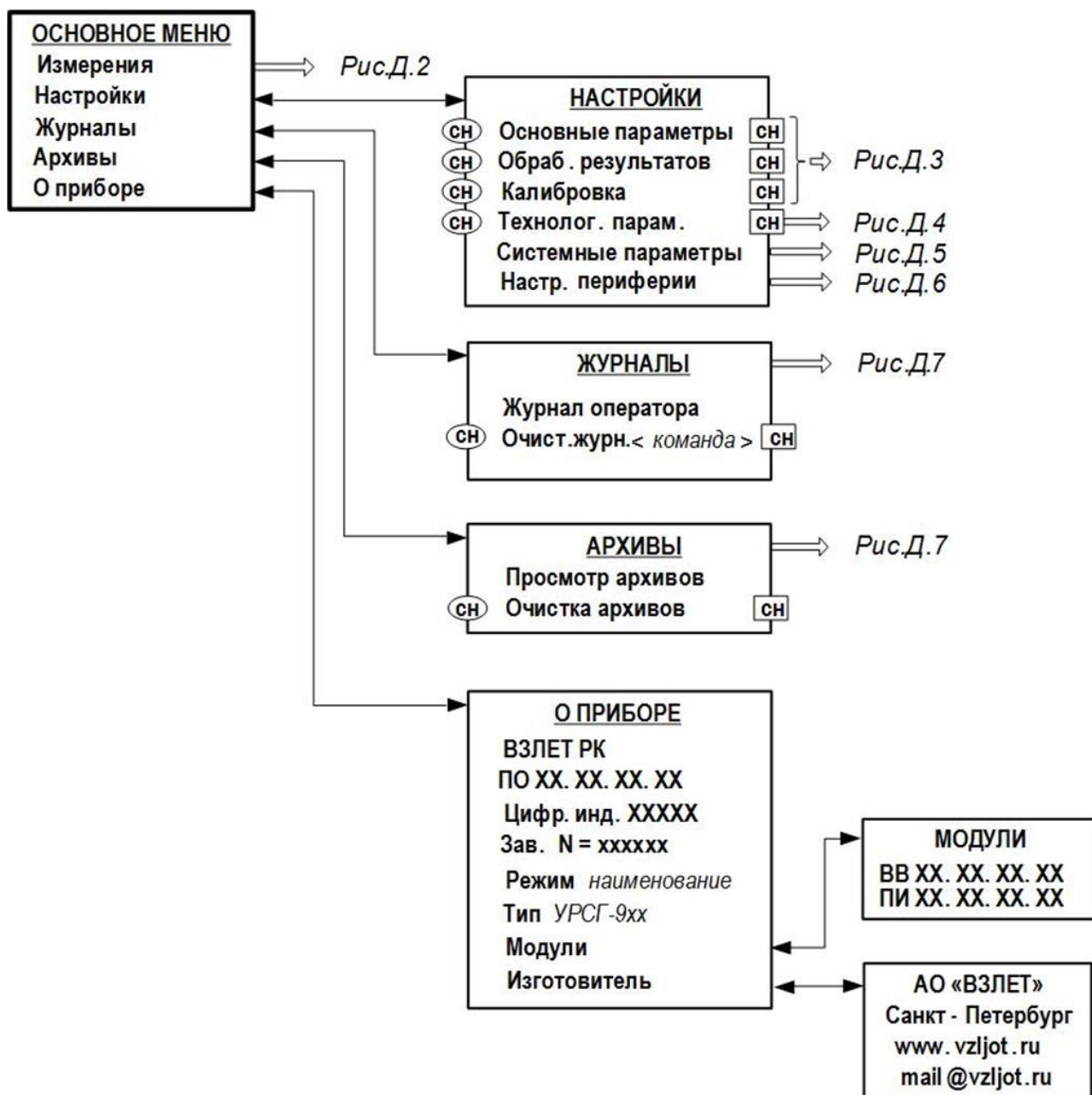


Рис.Д.1. Меню верхнего уровня.

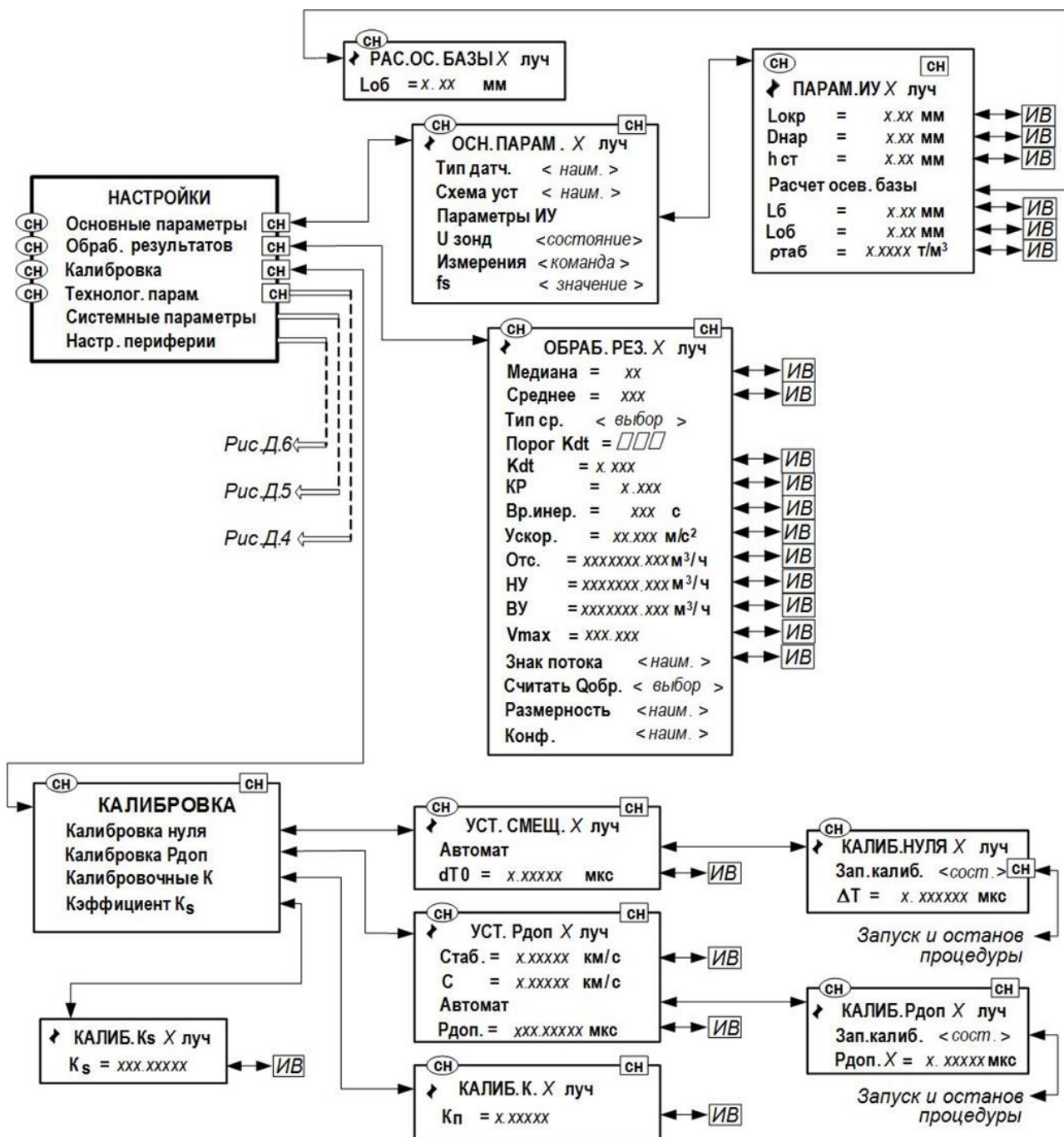


Рис.Д.3. Меню и окна индикации основных параметров, параметров измерительных участков, обработки результатов и калибровки.

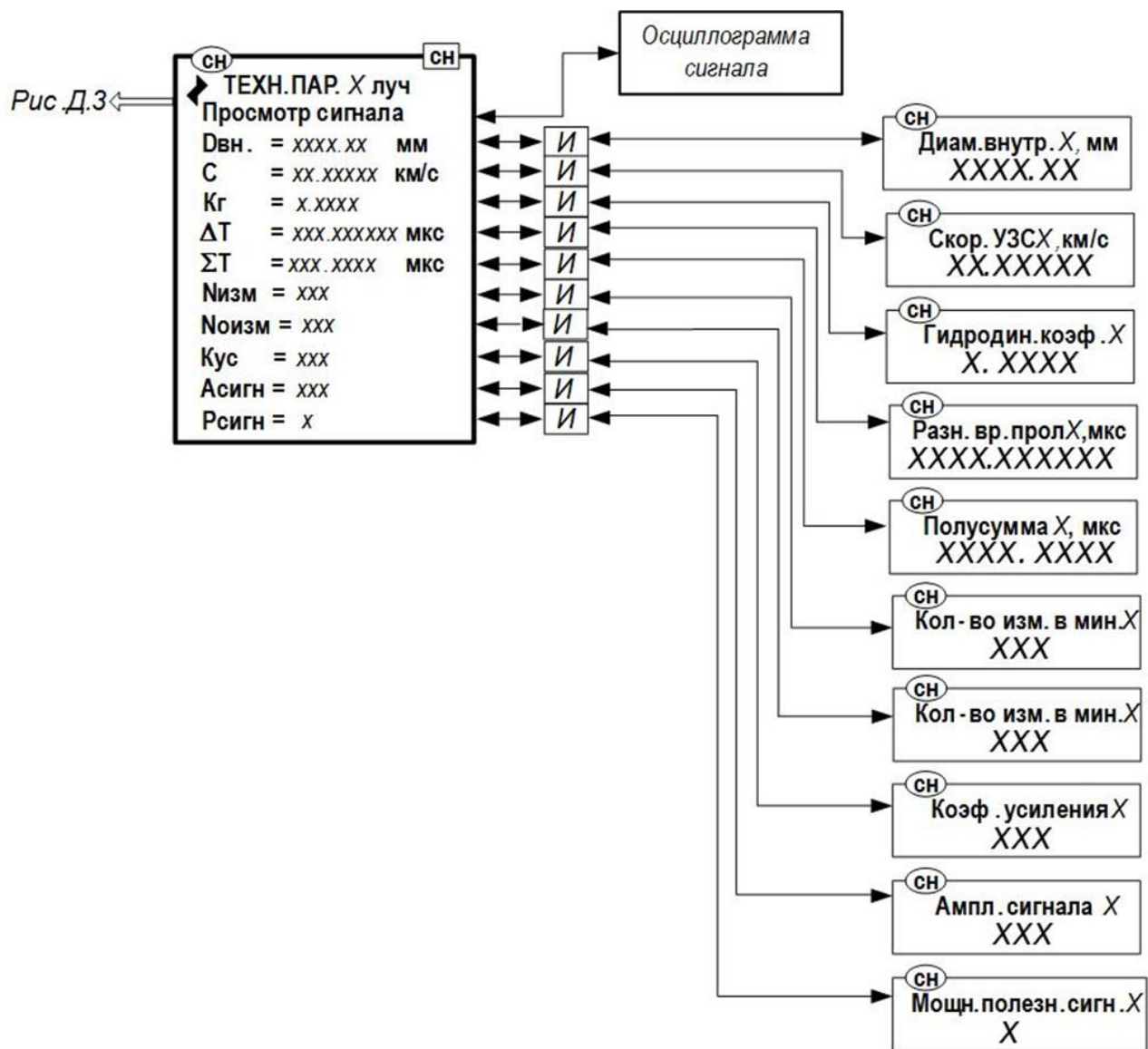
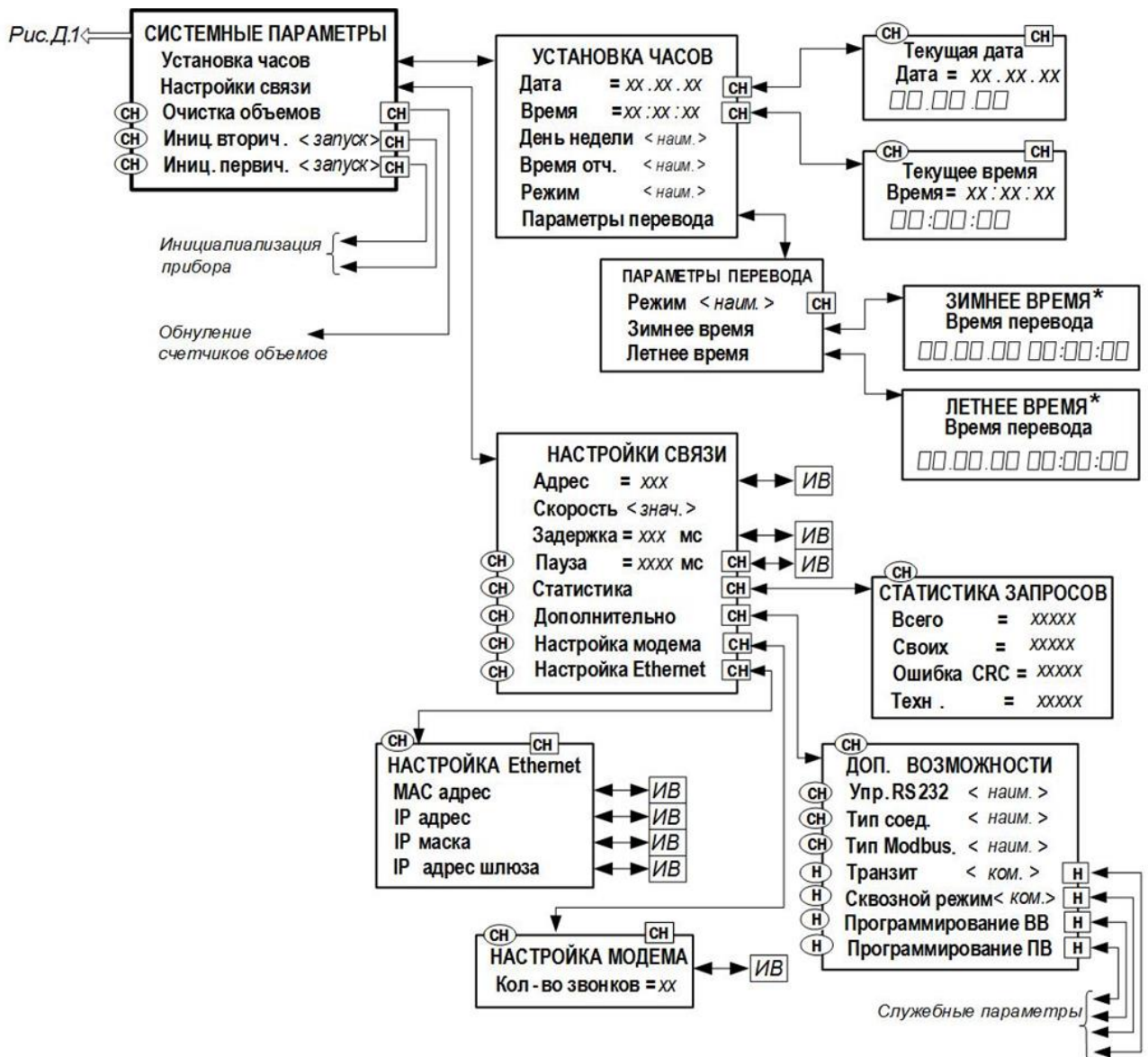


Рис.Д.4. Меню «Технологические параметры».



* Индикация отсутствует, если для параметра **Режим** задано значение **Нет перевода**.

Рис.Д.5. Меню «Системные параметры».

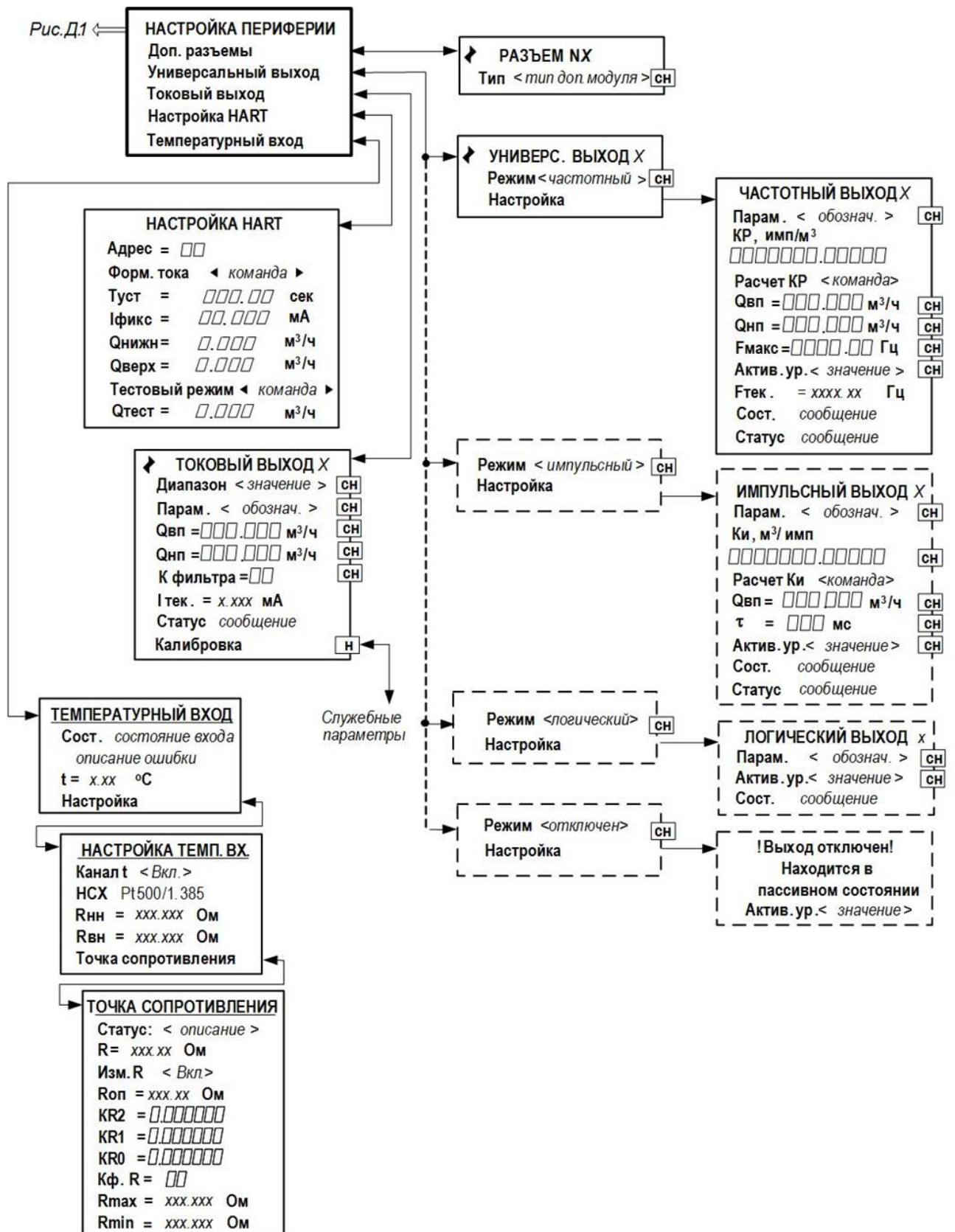


Рис.Д.6. Меню «Настройка периферии».

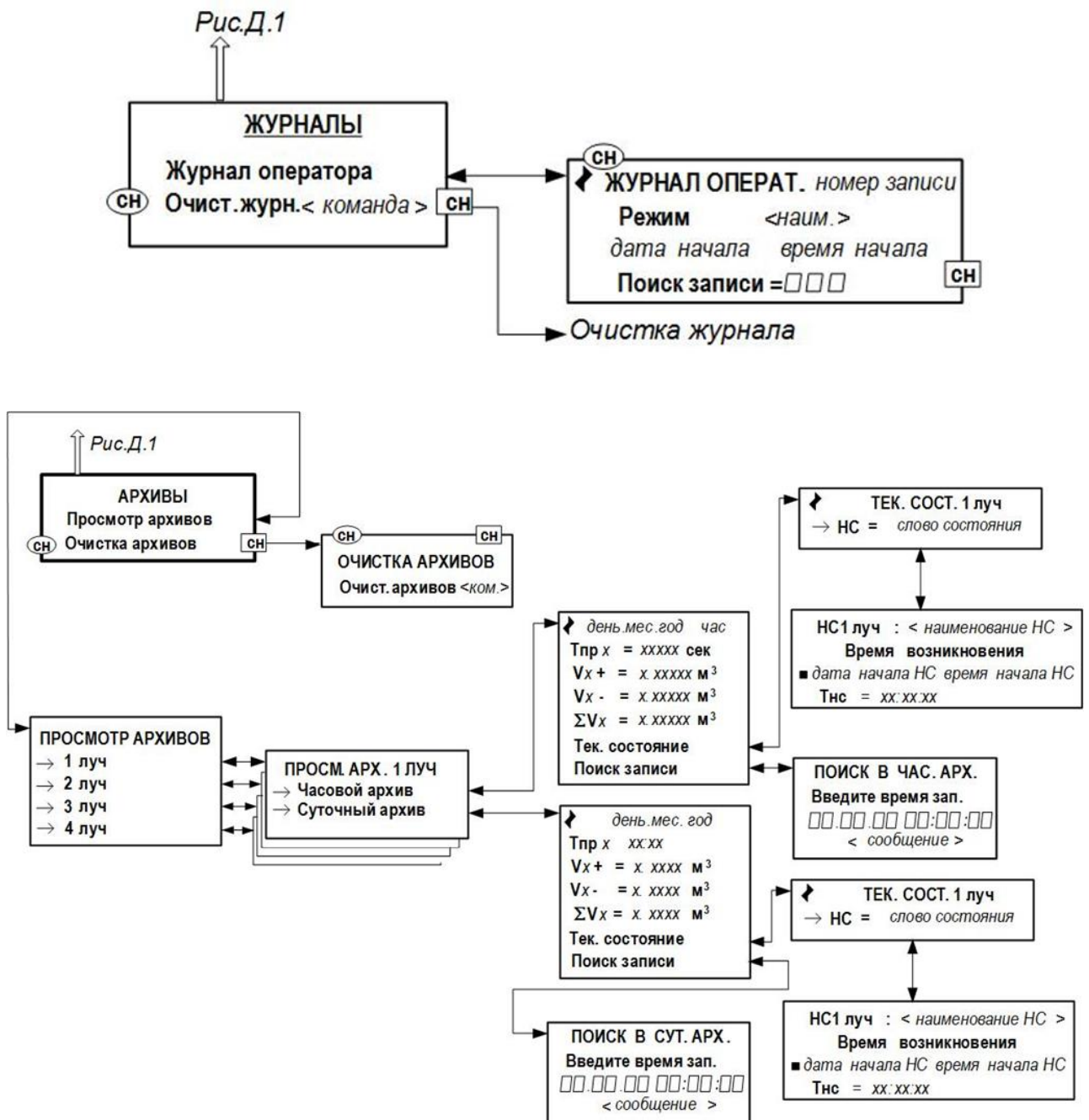


Рис.Д.7. Меню «Журналы» и «Архивы».

ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Параметры, индицируемые на дисплее

Таблица Е.1. Меню «Измерения»

| Обозначения параметра при индикации | Наименование параметра, единицы измерения | Разрядность индикации, форма представления | | Примечание |
|-------------------------------------|---|--|---------------|------------|
| | | целая часть | дробная часть | |
| ИЗМЕРЕНИЯ | | | | |
| Q | Средний объемный расход, м ³ /ч (м ³ /с, л/мин) | 7 | 4 | |
| V+ | Объем при прямом направлении потока, м ³ (л) | 10 | 4 | |
| V- | Объем при обратном направлении потока, м ³ (л) | 10 | 4 | |
| ΣV | Суммарный объем с учетом направления потока, м ³ (л) | 10 | 4 | |
| v | Скорость потока, м/с | 3 | 4 | |
| Траб. | Общее время наработки ч:м | 2 | 2 | |
| Тпр. | Общее время простоя ч:м | 2 | 2 | |
| Дата | Текущая дата (приборное время) | XX.XX.XX (день.месяц.год) | | |
| Время | Текущее время (приборное время) | XX:XX:XX (час:мин:сек) | | |

Таблица Е.2. Меню «Настройки» / «Основные параметры», «Параметры измерительных участков», «Обработка результатов», «Калибровка»

| Обозначения параметра при индикации | Наименование параметра, единицы измерения | Возможные значения | Значение после инициализации | Примечание |
|-------------------------------------|--|--|------------------------------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ОСН. ПАРАМ. X КАНАЛ | | | | |
| Тип датч. | Тип ПЭА | Врезные | не меняется | |
| Схема уст. | Схема установки ПЭА | Хорда | не меняется | |
| U зонд | Напряжение зондирующего сигнала | высокое; низкое | не меняется | |
| Измерения | Начало измерений | вкл; откл | не меняется | |
| fs | Частота оцифровки сигнала | 20 МГц, 10 МГц, 6,67 МГц, 5 МГц | 20 МГц | |
| ПАРАМ. ИУ X луч | | | | |
| Локр | Среднее значение длины окружности по наружному диаметру трубопровода, мм | 31,42-50265 | не меняется | |
| Днар | Среднее значение наружного диаметра трубопровода, мм | 10-16000 | не меняется | |
| hст | Среднее значение толщины стенки трубопровода, мм | 0,01-99,99 | 1 | |
| Lб | Расстояние между излучающих плоскостями пары ПЭА, мм | 10,00-16000 | не меняется | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------|--|--|------------------------|---|
| Лоб | Расстояние между центрами излучающих плоскостей ПЭА вдоль оси трубопровода, мм | 10,00-16000 | не меняется | |
| р таб | Плотность, т/м ³ | 0,0001-9999,9999 | не меняется | |
| ОБРАБ. РЕЗ. X луч | | | | |
| Медиана | Количество измерений для определения медианного значения | 1-15 | 7 | |
| Среднее | Количество измерений для определения среднеарифметического значения | 1-15000 | 200 | |
| Тип ср. | Выбор типа среднего значения | арифм. сигма 1п сигма 2п | не меняется | |
| Порог Kdt | Параметр, определяющий скорость реакции экспоненциального фильтра для dt на скорость изменения расхода | 0-250 | 0 | |
| Kdt | Коэффициент экспоненциального фильтра для dt | 0,0000-0,9999 | 0,0000 | |
| КР | Коэффициент экспоненциального фильтра | 0-0,9999 | не меняется | |
| Вр. инер. | Минимальная длительность отсутствия УЗС, с | 5-300 | 10 | |
| Ускор. | Максимальная скорость изменения скорости потока в трубопроводе, м/с ² | 0,001-10 | 10 | |
| Отс. | Отсечка по минимальному расходу, м ³ /ч (м ³ /с, л/мин) | 0-10 000 000 | 0 | |
| НУ | Нижняя уставка по расходу, м ³ /ч (л/мин) | 0,001-9999999,000 | 0 | |
| ВУ | Верхняя уставка по расходу, м ³ /ч (л/мин) | 0,001-9999999,000 | 0 | |
| Vmax | Коррекция скорости потока | 0-100,000 | 10,600 | |
| Знак потока | Знак направления потока газа | - ; + | + | |
| Размерность | Размерность объемного расхода | м³/ч; л/мин; м³/с | м³/ч | |
| Считать Qобр. | Команда включения/отключения измерения обратного направления потока | да/нет | да | |
| Конф. | Конфигурация расходомера | Многоканал. Многолучев. | Многолучев. | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|--|-------------------------|-----------------|---|
| КАЛИБРОВКА | | | | |
| dT0 | Смещение нуля, мкс | -999,999-999,999 | 0 | |
| Зап. калиб. | Запись калибровки | Старт, Стоп | Старт | |
| ΔT | Мгновенное значение смещения нуля в процессе калибровки, мкс | 0-999,999877 | 0,000000 | |
| Стаб. | Скорость ультразвука табличная, км/с | 0-6,00000 | 1,482 | |
| С | Скорость ультразвука измеренная, км/с | 0,00001-5,99999 | 0,000000 | |
| Рдоп. | Дополнительная задержка в тракте УЗС, мкс | -999,999-999,999 | не меняется | |
| Зап.калиб. | Запись калибровки | Старт Стоп | Старт | |
| Рдоп 1 | Дополнительная задержка в тракте УЗС, мкс | - | 0,000000 | |
| Кп | Калибровочный коэффициент | 0-100 | 1 | |
| Кs | Калибровочный коэффициент | 0-100 | 1 | |

Таблица Е.3. Меню «Настройки» / «Технологические параметры»

| Обозначения параметра при индикации | Наименование параметра, единицы измерения | Количество знаков индикации | |
|-------------------------------------|--|---|--|
| | | целая часть | дробная часть |
| Просмотр сигнала | Осциллограмма сигнала | - | - |
| Двн | Внутренний диаметр трубопровода, мм | 5 | 2 |
| с | Скорость ультразвука, км/с | 2 | 5 |
| Кг | Гидродинамический коэффициент | 1 | 4 |
| ΔT | Разность времени прохождения УЗС по и против потока, мкс | 4 | 6 |
| ΣT | Время прохождения УЗС между ПЭА (полусумма времен прохождения по и против потока), мкс | 4 | 4 |
| Низм | Количество измерений в секунду | 2 | 0 |
| Ноизм | Количество отобранных значений | 2 | 0 |
| К ус | Коэффициент усиления приемного тракта | 3 | 0 |
| Асигн | Амплитуда сигнала, у.е. | 3 | 0 |
| Рсигн | Мощность полезного сигнала, у.е. | 4 | 0 |
| dTmax | Максимальная разность времени прохождения сигнала, мкс | Возможные значения: 0-99,999999 | Значение после инициализации: 10 |

Таблица Е.4. Меню «Настройки» / «Системные параметры»

| Обозначения параметра при индикации | Наименование, единицы измерения параметра | Возможные значения, форма представления | Значение после инициализации |
|-------------------------------------|--|--|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| УСТАНОВКА ЧАСОВ | | | |
| Дата | Текущая приборная дата | XX.XX.XX (день.мес.год) | не меняется |
| Время | Текущее приборное время | XX:XX:XX (час:мин:сек) | не меняется |
| День недели | Текущий приборный день недели | Пн, Вт, Ср, Чт, Пт, Сб, Вс | не меняется |
| Время отч. | Вид приборного времени | летнее, зимнее | не меняется |
| Режим | Режим перевода приборных часов на «летнее» и «зимнее» время | стандартный,пользоват., нет перевода | не меняется |
| Время перевода | Дата и время перевода приборных часов на «летнее» и «зимнее» время | XX.XX.XX XX:XX:XX | не меняется |
| Параметры перевода | Режим перевода | нет перевода, стандартный, пользоват. | не меняется |
| НАСТРОЙКИ СВЯЗИ | | | |
| Адрес | Адрес расходомера в сети RS-интерфейса | 1-247 | 1 |
| Скорость | Скорость передачи по RS-интерфейсу, Бод | 1200; 2400; 4800; 9600; 19200; 38400; 57600; 115200 | 19200 |
| Задержка | Задержка ответа по RS-интерфейсу, мс | 0-125 | 50 |
| Пауза | Пауза между байтами посылки RS-интерфейса, мс | 5-1000 | 5 |
| СТАТИСТИКА ЗАПРОСОВ | | | |
| Всего | Общее количество запросов ко всем приборам сети | 0-65535 | 0 |
| Своих | Количество запросов к данному расходомеру | 0-65535 | 0 |
| Ошибки CRC | Количество ошибок при обмене данными | 0-65535 | 0 |
| Техн. | Количество запросов от ПК к ПИ (минуя ВВ) | 0-65535 | 0 |
| ДОП. ВОЗМОЖНОСТИ | | | |
| Упр. RS232 | Режим | нет; однонапр.; двунапр. | однонапр. |
| Тип соед. | Схема кабеля RS-232 | модем; прямое | прямое |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------|--|----------------------------------|------------------|
| Тип ModBus | - | RTU; ASCII | RTU |
| Кол-во звонков | Количество звонков для установления модемной связи | 31 | |
| MAC адрес | - | 00-00-000 (99-99-999) | 00-00-000 |
| IP адрес | - | 000-999 | 000 |
| IP маска | - | 000-999 | 000 |
| IP адрес шлюза | - | 000-999 | 000 |
| Оч. объемов | - | да, ,, ... | да |
| Иниц. вторич. | - | да, ,, ... | да |
| Иниц. первич. | - | да, ,, ... | да |

Таблица Е.5. Меню «Настройки» / «Настройка периферии»

| Обозначения параметра при индикации | Наименование параметра, единицы измерения | Возможные значения | Значение после инициализации |
|-------------------------------------|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| РАЗЪЕМ X | | | |
| Тип | Тип модуля, установленного в слот | Пустой Дискретный Токовый Универс. вых. TF модуль Ethernet Токовый2 | Пустой |
| УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ВЫХОД X | | | |
| Режим | Режим работы универсального выхода | Отсутствует Частотный Импульсный Логический Отключен | Отсутствует или Отключен |
| ЧАСТОТНЫЙ ВЫХОД X | | | |
| Парам | Назначение выхода (обозначение параметра) | см. таблицу Е.6 | НЕТ |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------|--|--|-------------------|
| KP | Коэффициент преобразования выхода, имп/м ³ (имп/л) | 0,00001-5·10⁶ | 1000,0 |
| Расчет KP | Расчет коэффициента | “” Старт | ... |
| Qвп | Верхний порог по расходу для универсального выхода в частотном режиме, м ³ /ч (л/мин) | 0,000 – 100000 | 300 |
| Qнп | Нижний порог по расходу для универсального выхода в частотном режиме, м ³ /ч (л/мин) | 0,000 – 100000 | 0 |
| Fмакс | Максимальная частота на выходе, Гц | 0,01-3000 | 3000 |
| Актив. ур. | Уровень напряжения на выходе при наличии сигнала (логическая единица) | Низкий; Высокий | Низкий |
| Fтек | Текущее значение частоты | 0-3000 | - |
| Сост. | Состояние выхода | Исправен; Неисправен | Исправен |
| Статус | Характеристика работы выхода | Без ошибок; F>Fмакс; Нар. границ | Без ошибок |

ИМПУЛЬСНЫЙ ВЫХОД X

| | | | |
|-------------------|---|--|-------------------|
| Парам | Назначение выхода (обозначение параметра) | см. таблицу E.6 | |
| Ки | Вес импульса, м ³ /имп (л/имп) | 0,000001-10⁵ | 0,001 |
| Расчет Ки | Расчет коэффициента | “” Старт | ... |
| Qвп | Верхний порог по расходу для универсального выхода в импульсном режиме, м ³ /ч (л/мин) | 0,000 – 100000 | 300 |
| τ | Длительность импульса, мс | 1-500 | 1 |
| Актив. ур. | Уровень напряжения на выходе при наличии сигнала (логическая единица) | Низкий; Высокий | Низкий |
| Сост. | Состояние выхода | Исправен; Неисправен | Исправен |
| Статус | Характеристика работы выхода | Без ошибок; F>Fмакс; Нар. границ | Без ошибок |

ЛОГИЧЕСКИЙ ВЫХОД X

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------------|-----------------|
| Парам | Назначение выхода (обозначение параметра) | см. таблицу E.6 | |
| Актив. ур. | Уровень напр. на выходе при наличии сигнала | Низкий; Высокий | Низкий |
| Сост. | Состояние выхода | Исправен; Неисправен | Исправен |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------|---|---|----------------------|
| ТОКОВЫЙ ВЫХОД X | | | |
| Диапазон | Диапазон работы выхода, мА | 4-20 | 4-20 |
| Парам | Назначение выхода (обозначение параметра) | см. таблицу Е.6 | |
| Qвп | Верхний порог по расходу для токового выхода, м ³ /ч (л/мин) | 0,000– 100000 | 300 |
| Qнп | Нижний порог по расходу для токового выхода, м ³ /ч (л/мин) | 0,000 – 100000 | 0 |
| Кфильтра I тек. | Коэффициент фильтрации Текущее значение тока, мА | 0-40 0,001-20,0 | 1 - |
| Статус | Характеристика работы выхода | Без ошибок; знач > ВГ; знач < НГ | Без ошибок |
| НАСТРОЙКА HART | | | |
| Адрес | Короткий адрес HART | 0 – 63 | |
| Форм. тока | Формирование токового сигнала | вкл, выкл | |
| Туст | Время установления тока, с | 0,03 – 9,99 | |
| Iфикс | Значение фиксированного тока, мА | 0,000 – 20,000 | |
| Qнижн | Нижняя граница измерения, м ³ /ч | 0,000 – 100000 | |
| Qверх | Верхняя граница измерения, м ³ /ч | 0,000 – 100000 | |
| Тестовый режим | Включение тестового режима | вкл, выкл | |
| Qtест | Значение расхода для тестового режима, м ³ /ч | 0,000– 100000 | |
| ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ВХОД | | | |
| Канал t | Включение/отключение канала измерения температуры | Вкл., Откл. | Вкл. |
| ТОЧКА СОПРОТИВЛЕНИЯ | | | |
| Изм. R | Включение/отключение измерения сопротивления | Вкл., Откл. | Вкл. |
| KR2 | Температурный коэффициент | 0-10 | - |
| KR1 | Температурный коэффициент | 0-10 | - |
| KR0 | Температурный коэффициент | 0-10 | - |
| Кф.R | Настроечная константа фильтра | 0-20 | - |

Таблица Е.6. Возможные назначения для импульсного, частотного, логического и токового выходов

| Наименование параметра | Обозначение в строке ПАРАМ. | Возможность установки назначения для выхода | | | |
|---|------------------------------|---|----------------|------------|------------|
| | | токового | универсального | | |
| | | | частотный | импульсный | логический |
| Выход закрыт | НЕТ | × | × | × | × |
| Расход при прямом направлении потока | Qx+ | × | × | | |
| Расход при обратном направлении потока | Qx- | × | × | | |
| Расход при любом направлении потока | Qx | × | × | | |
| Объем при прямом направлении потока | Vx+ | | | × | |
| Объем при обратном направлении потока | Vx- | | | × | |
| Объем при любом направлении потока | Vx | | | × | |
| Изменение направления потока на обратное | Знак X | | | | × |
| Нет ультразвукового сигнала | Нет УЗС x | | | | × |
| Расход больше верхней уставки | Q>Q_{ву} X | | | | × |
| Расход меньше нижней уставки | Q<Q_{ну} X | | | | × |
| Расход больше верхнего порога для токового выхода | Q>Q_{в.п.} | | | | × |
| Расход меньше нижнего порога для токового выхода | Q<Q_{н.п.} | | | | × |
| Расход больше наибольшего значения расхода | Q>Q_{max} | | | | × |

Таблица Е.7. Меню «Журналы»

| Обозначения параметра при индикации | Наименование параметра, единицы измерения | Диапазон значений, форма представления | Значение после инициализации | Примечание |
|-------------------------------------|---|--|------------------------------|------------|
| ЖУРНАЛ ОПЕРАТОРА | | | | |
| Режим | Наименование режима | Сервис Работа | Работа | |
| - | Дата начала или окончания смены режима | XX.XX.XX (час.мес.год) | - | |
| - | Время начала или окончания смены режима | XX:XX:XX (час:мин:сек) | - | |
| Поиск записи | Порядковый номер записи, поиск которой будет выполнен после ввода нового значения | 1-1700 | не меняется | |

Таблица Е.8. Меню «Архивы»

| Обозначения параметра при индикации | Наименование параметра, единицы измерения | Диапазон значений, форма представления | Значение после инициализации |
|-------------------------------------|---|--|------------------------------|
| АРХИВЫ | | | |
| ТпрХ | Время простоя: - часовой архив, с | 0-3596 | - |
| | - суточный архив | XX:XX (час:мин) | - |
| VX+ | Объем при прямом направлении потока, м ³ (л) | 0-999999000 | - |
| VX- | Объем при обратном направлении потока, м ³ (л) | 0-999999000 | - |
| ΣVX | Суммарный объем с учетом направления потока, м ³ (л) | 0-999999000 | - |
| ОЧИСТКА АРХИВОВ | | | |
| Очист.архивов | Очистка архивных записей | да, ,, ,, ... | да |

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Слова состояния, возможные неисправности и методы их устранения

При наличии события в соответствующей позиции слова состояния отображается символ «x», при отсутствии события – символ «-». Нумерация позиций в словах состояния ведется **справа налево**.

Таблица Ж.1. Слово состояния НС (слово состояния луча)

| Номер позиции | Вид индикации | Описание НС | Примечание |
|---------------|------------------|--|------------|
| 1 | F>Fmax | Превышение максимальной частоты | |
| 2 | Q>Qmax | Превышение максимального расхода | |
| 3 | Q>Qвп | Расход больше верхнего порога по токовому выходу | |
| 4 | Q<Qнп | Расход меньше нижнего порога по токовому выходу | |
| 5 | Нет УЗС | Нет УЗС в первом луче | |
| 6 | Нет УЗС2 | Нет УЗС во втором луче | |
| 7 | Нет УЗС3 | Нет УЗС в третьем луче | |
| 8 | Нет УЗС4 | Нет УЗС в четвертом луче | |
| 9 | Q>Qву | Расход больше верхней уставки | |
| 10 | Q<Qну | Расход меньше нижней уставки | |
| 11 | Вр. инер. | Время инерции | |

Таблица Ж.2. Возможные неисправности, отказы, нештатные ситуации и методы их устранения

| Вид события | Вероятная причина | Метод устранения | Примечание |
|--|--|--|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1.Отсутствие индикации | 1. Неисправность источника питания. 2. Сгорел предохранитель | 1. Заменить источник питания. 2. Заменить предохранитель | |
| 2. Нет УЗС | 1. Неправильная настройка расходомера. 2. Отсутствие заполнения трубопровода сжиженным газом или наличие в нем большого количества газообразования. 3. Неисправность в электрических соединениях ПЭА с ВП. 4. Неисправность ПЭА. 5. Отказ ВП | 1. Проверить правильность установленных параметров. 2. Убедиться в заполнении трубопровода сжиженным газом и отсутствии значительного газообразования. 3. Проверить целостность и надежность соединений ПЭА с ВП. 4. Проверить работоспособность луча с другими ПЭА. 5. Обратиться в сервисный центр | |
| 3. $Q > Q_{max}$ | Измеренное значение расхода превысило допустимое значение | Проверить правильность установленных параметров | |
| 4. $Q > Q_{вп}$ | Расход больше верхнего порога по частотному выходу | Проверить правильность установленных параметров | |
| 5. $Q < Q_{нп}$ | Расход меньше нижнего порога по частотному выходу | Проверить правильность установленных параметров | |
| 6. $Q < Q_{нп}$ (ТВ1); $Q < Q_{нп}$ (ТВ2) | Расход меньше нижнего порога по токовому выходу | Проверить правильность установленных параметров | |
| 7. $Q > Q_{вп}$ (ТВ1); $Q > Q_{вп}$ (ТВ2) | Расход больше верхнего порога по токовому выходу | Проверить правильность установленных параметров | |
| 8. $F > F_{max}$ | Значение частоты, соответствующее текущему расходу, больше максимально допустимого значения | Проверить правильность установленных параметров | |
| 9. $Q > Q_{ву}$ | Расход больше верхней уставки | Проверить правильность установленных параметров | |
| 10. $Q < Q_{ну}$ | Расход меньше нижней уставки | Проверить правильность установленных параметров | |
| 11. Ош. опер. | Введены неправильные значения параметров ИУ | Проверить установленные параметры ИУ | |
| 12. Отказ ПВ | Сбой в работе измерителя | 1. Выполнить инициализацию расходомера. 2. Обратиться в сервисный центр | Примеч. |
| 13. Отказ RTC | Сбой приборных часов | 1. Выполнить инициализацию расходомера. 2. Обратиться в сервисный центр | Примеч. |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------|---------------------------------|------------------------------|---|
| 14. Отказ FRAM | Сбой внешней оперативной памяти | Обратиться в сервисный центр | |
| 15. Отказ FLASH | Сбой энергонезависимой памяти | Обратиться в сервисный центр | |

ПРИМЕЧАНИЕ. При инициализации расходомера все архивы стираются, за исключением журнала действий оператора.