



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО ПК «РУНА»



А.Е. Горевой

января 2022 года

РАСХОДОМЕРЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ

КАТФЛОУ

Руководство по эксплуатации

РУНС.170.00.000 РЭ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Настоящий документ распространяется на расходомер ультразвуковой «КАТФЛОУ» (далее – расходомер) и предназначен для ознакомления с устройством расходомера и порядком его эксплуатации.

В связи с постоянной работой по усовершенствованию прибора, в расходомере возможны отличия от настоящего руководства, не влияющие на метрологические характеристики и функциональные возможности прибора.

Расходомер включен в Государственный реестр средств измерений и может использоваться как коммерческий и арбитражный прибор.

Расходомер ультразвуковой «КАТФЛОУ» зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений РФ под № 72809-18 (свидетельство об утверждении типа средств измерений RU.C.29.001.A №71591).

Материалы, представленные в настоящем документе, можно копировать и распространять при соблюдении следующих условий:

- весь текст должен быть скопирован целиком, без каких бы то ни было изменений и сокращений;

- все копии должны иметь ссылку на ООО ПК «РУНА»;

- настоящий материал нельзя распространять в коммерческих целях с целью извлечения прибыли.

КАТФЛОУ взрывозащищённого исполнения соответствуют требованиям нормативных документов ТР ТС 012/2011 к взрывозащищённому электрооборудованию (сертификат соответствия № ТС RU C-RU.AЖ58.B.02595 Серия RU № 0363046.)

Удостоверяющие документы размещены на сайте <http://www.run-a.ru>

НЕ ПРИСТУПАЙТЕ К РАБОТЕ, НЕ ОЗНАКОМИВШИСЬ С НАСТОЯЩИМ РУКОВОДСТВОМ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ!

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
											3

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АБ - аккумуляторная батарея;

БИ - блок искрозащитный;

ВП- вторичный измерительный преобразователь;

DN - диаметр условного прохода;

НС - нештатная ситуация;

ПК - персональный компьютер;

ПЭП- преобразователь пьезоэлектрический;

ПУЭ – «Правила устройства электроустановок»;

ПЭЭП – «Правила эксплуатации электроустановок потребителями»;

УЗС - ультразвуковой сигнал.

ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Изготовитель гарантирует соответствие расходомеров техническим условиям в пределах гарантийного срока 24 месяца с даты первичной поверки.

Гарантийный срок продлевается на время выполнения гарантийного ремонта (без учета времени его транспортировки), если срок проведения гарантийного ремонта превысил один календарный месяц.

Изготовитель не несет гарантийных обязательств в следующих случаях:

а) отсутствует паспорт на изделие с заполненным разделом «Свидетельство о приемке»;

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.

Неисправное изделие для выполнения гарантийного ремонта направляется в региональный или головной сервисный центр.

Информация по сервисному обслуживанию представлена на сайте <http://www.run-a.ru>

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. №	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
												4

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение

1.1.1 Расходомер ультразвуковой «Катфлоу» с цифровой обработкой информации предназначен для оперативного измерения среднего объемного расхода и объема различных по составу и вязкости акустически проводящих жидкостей (воды, кислот, щелочей, растворов, пульп, нефти и нефтепродуктов, пищевых продуктов и т.д.) в напорных трубопроводах в различных условиях эксплуатации, в том числе во взрывоопасных зонах.

Инструкция по эксплуатации для расходомера взрывозащищенного исполнения находится на сайте <http://www.run-a.ru>

Расходомер выполняет измерения при постоянном и/или переменном (реверсивном) направлении потока жидкости в трубопроводе.

Расходомер обеспечивает измерение следующих параметров:

- среднего объемного расхода жидкости при прямом и обратном направлении потока;
- объема жидкости отдельно для прямого и обратного направления потока и интегрального объема жидкости;
- скорости потока жидкости.

1.1.2 Расходомер обеспечивает:

- вывод информации на встроенный дисплей и на персональный компьютер (ПК) через интерфейс RS-232, RS485 или USB;
- вывод результатов измерения в виде частотно-импульсных или нормированных токовых и потенциальных сигналов;
- автоматический контроль и индикацию наличия нештатных ситуаций и отказов;
- защиту архивных и установочных данных от несанкционированного доступа

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Расходомеры Ех представляют собой комплект блоков в составе:

- преобразователь первичный (ПЭП) взрывозащищенного исполнения (одна или две пары зависимости от модели и комплектации);
- преобразователь вторичный (ВП) взрывозащищенного исполнения;
- клеммная коробка взрывозащищенного исполнения.

1.2.2 Эксплуатационные характеристики блоков:

- код IP оболочек в соответствии с ГОСТ 14254-2015;
- класс электрооборудования по способу защиты человека от поражения электрическим током, в соответствии с ГОСТ Р МЭК 536-94, ГОСТ 12.2.007.0;

Расходомер обеспечивает измерение среднего объемного расхода при скорости потока до 20 м/с в соответствии с формулой:

$$Q = 2,83 \times 10^{-3} \times v \times D^2 \quad (1)$$

где Q – средний объемный расход, м³/ч;

v – скорость потока, м/с;

D – внутренний диаметр трубопровода, мм.

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
											5

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

Климатические условия эксплуатации, приведены в таблице «Эксплуатационные характеристики блоков» (Таблица 1.1).

Таблица 1.1 Эксплуатационные характеристики составных частей

Составная часть изделия	Степень защиты оболочек (ГОСТ14254)	Класс электрооборудования по способу защиты (ГОСТ ИЕС 61140)	Температура окружающей среды, °С	Относительная влажность окружающей среды, %
ПЭП К0Ех, К1Ех, К4Ех	IP68	III	без термочехла: от -50 до +150** с термочехлом: от -60 до +150*	100 при 40 °С (с Конденсацией влаги)
КК	IP67	III***	от -60 до +85	100 при 40 °С (с конденсацией влаги)
КФ100-ВП КФ100-ВП-Ех	IP66	III***	без термочехла: от -15 до +60 с термочехлом: от -60 до +60	98 при 25°С
КФ150-ВП КФ150-ВП-Ех КФ150-ВП-Ехd	IP66	III***	без термочехла: от -15 до +60 с термочехлом: от -60 до +60	98 при 25°С
КФ170-ВП-Ехd	IP66	III***	без термочехла: от -15 до +60 с термочехлом: от -60 до +60	98 при 25°С
КФ200-ВП КФ200-ВП-Ех	IP65	III	без термочехла: от -15 до +60 с термочехлом: от -25 до +60	98 при 25°С
КФ210-ВП КФ210-ВП-Ех КФ210-ВП-Ехm	IP67	III	без термочехла: от -15 до +60 с термочехлом: от -25 до +60	98 при 25°С
КФ230-ВП КФ230-ВП-Ех	IP65	III	без термочехла: от -15 до +60 с термочехлом: от -25 до +60	98 при 25°С

Примечание:

* - возможна эксплуатация первичных преобразователей в диапазонах температуры окружающей среды в соответствии с требованиями климатического исполнения УХЛ 1 от -60 °С при применении термочехлов/термоматов для изоляции первичных преобразователей с креплением на месте эксплуатации (на трубопровод)

** - от -200 до +650 с термобуфером.

*** - по способу защиты от поражения электрическим током оборудование, в том числе кабели относятся к классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0 Приборы этого класса имеют предусмотренную конструкцией защиту, заземление металлических частей и корпуса.

Инв. № подл. Инв. № дубл. Инв. №

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

РУНС.170.00.000 РЭ

Лист
6

1.2.4 Маркировка взрывозащиты различных моделей расходомеров Ex и соответствующие схемы обеспечения взрывозащиты (Приложение Г), перечислены в таблице «Маркировка и схемы обеспечения взрывозащиты» (Таблица 1.2)

Таблица 1.2 Маркировка и схемы обеспечения взрывозащиты

Модель расходомера	Маркировка взрывозащиты	Размещение	Схема обеспечения взрывозащиты
КК	1 Ex e IIB T6 Gb X	КК во взрывоопасной зоне	Приложение Г
ПЭП	1 Ex mb IIB T6 Gb X	ПЭП во взрывоопасной зоне	Приложение Г
КФ100Ex	[Ex ia Ga] IIB	КФ100-ВП-Ex вне взрывоопасной зоны	Приложение Г
КФ150Ex	[Ex ia Ga] IIB	КФ150-ВП-Ex вне взрывоопасной зоны	Приложение Г
КФ150Exd	1Ex db [ia Ga] IIB T6 Gb	КФ150-ВП-Ex во взрывоопасной зоне	Приложение Г
КФ170Exd	1Ex db e[ia Ga] IIB T6 Gb	Указано в Приложении Г	Приложение Г
КФ200Ex	2Ex ic IIB T6 Gc X	Указано в Приложении Г	Приложение Г
КФ210Ex	2Ex nR [ia Ga] IIB T6Gc X	Указано в Приложении Г	Приложение Г
КФ210Exm	1Ex mb [ia Ga] IIB T6 Gb X	Указано в Приложении Г	Приложение Г
КФ230Ex	2Ex ic [ia Ga] IIB T6 Gc X	Указано в Приложении Г	Приложение Г

ПРИМЕЧАНИЕ. Знак «X», следующий за маркировкой взрывозащиты, означает, что при эксплуатации расходомера необходимо соблюдать следующие особые условия:

- 1) температурный класс расходомера определяется температурным классом ПЭП. При этом максимальная температура окружающей среды ПЭП должна соответствовать таблице «Температурные классы» (Таблица 1.3);
- 2) в процессе монтажа, демонтажа, эксплуатации необходимо защищать от ударов торцевую излучающую зону ПЭП;
- 3) КК снабжена пластмассовыми кабельными вводами и должна быть предохранена от механических воздействий.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Подп. и
Взам.	Подп. и дата	Подп. и
Инв. № подл.	Подп. и дата	Подп. и

Таблица 1.3 Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение					
вторичный преобразователь (ВП)	КФ100	КФ150	КФ170	КФ200	КФ210	КФ230
Напряжение питания переменного тока, В	от 100 до 240					
Напряжение питания постоянного тока, В	от 9 до 36	от 9 до 36	от 9 до 36	от 9 до 12 или аккумулятор	Аккумулятор	От 9 до 12 или аккумулятор
Габаритные размеры, мм:						
Высота	120	237	258	228	320	290
Ширина	160	258	132	72	240	180
Длина	80	146	271	47	150	37
Степень защиты корпуса	IP66	IP66	IP66	IP65	IP68	IP65
Потребляемая мощность, Вт, не более	5					
Диапазон температуры окружающего воздуха, °С: без термочехла с термочехлом	от минус 15 до плюс 60 от минус 25 до плюс 60					
Масса, кг, не более	6					
Относительная влажность окружающего воздуха, %, не более	95					

ультразвуковые пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП)

Исполнение:						
- типовое				К0	К1	К4
- с расширенным температурным диапазоном				КТ0	КТ1	КТ0
- взрывозащищённое				КЕх0	КЕх1	КЕх4
Габаритные размеры, мм:				126,5x51x67,5	60x30x33,5	42x18x21,5
Номинальный диаметр (диаметр условного прохода) трубопровода, в зависимости от исполнения, мм:				от 50 до 6000		от 10 до 250
- типовое						
- с расширенным температурным диапазоном						
- взрывозащищённое						
Диапазон температуры измеряемой среды (в зависимости от исполнения), °С:				от минус 30 до плюс 80 от минус 50 до плюс 250 от минус 30 до плюс 130		
- типовое						
- с расширенным температурным диапазоном						
- взрывозащищённое						
Степень защиты корпуса в зависимости от исполнения:				IP67 IP67 IP68		
- типовое						
- с расширенным температурным диапазоном						
- взрывозащищённое						
Масса, кг, не более				0,7		
Средняя наработка на отказ ВП и ПЭП, ч				63000		
Средний срок службы ВП и ПЭП, лет				12		

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



Рисунок 1- вторичный преобразователь КАТФЛОУ 100



Рисунок 2- вторичный преобразователь КАТФЛОУ 150



Рисунок 3- вторичный преобразователь КАТФЛОУ 170

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

РУНС.170.00.000 РЭ



Рисунок 4 - вторичный преобразователь КАТФЛОУ 200



Рисунок 5 - вторичный преобразователь КАТФЛОУ 210



Рисунок 6 - вторичный преобразователь КАТФЛОУ 230

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

РУНС.170.00.000 РЭ



Рисунок 7- Накладные датчики (ПЭП)

1.3 Метрологические характеристики

1.3.1 Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении, регистрации, хранении и передаче результатов измерения среднего объемного расхода, объема жидкости при любом направлении потока, при условиях эксплуатации и монтажа, указанных в эксплуатационной документации на расходомер, составляют:

Таблица 1.4 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений скорости потока жидкости, м/с	от 0,01 до 25
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений скорости потока V , объемного расхода и объема жидкости, %, (с калибровкой)* при V (от 0,01 до 0,3) м/с при V (св. 0,3 – до 25) м/с	$\pm 0,15/V$ $\pm 0,5$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений скорости потока V , объемного расхода и объема жидкости, %, (без калибровки)* при V (от 0,01 до 0,5) м/с при V (св. 0,5 – до 25) м/с	$\pm 0,5/V$ ± 1

* - калибровка по месту установки, с использованием прецизионной пары датчиков, подобранной на предприятии-изготовителе (по спецзаказу).

В случае использования расходомера в условиях работы, отличающихся от указанных в эксплуатационной документации (вид гидравлического сопротивления, длина прямолинейных участков до и после ПЭП расходомера и т. д.), пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода (объема) могут быть определены по результатам разработки методики выполнения измерений при данных условиях работы расходомера. Методика выполнения измерений разрабатывается и утверждается по отдельному заказу.

Инд. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	РУНС.170.00.000 РЭ					Лист
										11
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

1.4 Комплект поставки

Комплект поставки расходомера соответствует таблице «Комплект поставки» (Таблица 1.5)

Таблица 1.5 Комплект поставки

Наименование	Количество					
	КФ100 КФ100Ех	КФ150 КФ150Ех/ КФ150Ехd ²⁾	КФ170 КФ170Ехd ²⁾	КФ200 КФ200Ех	КФ210 КФ210Ех КФ210Ехm	КФ230 КФ230Ех
Базовый комплект поставки в соответствии с ТУ ¹⁾	1	1	1	1	1	1
Коробка клеммная взрывозащищённого исполнения, вид защиты Ехе	1	-	-	1	1	1
Расходомер ультразвуковой «КАТФЛОУ» взрывозащищенное исполнение (исполнение Ех). Руководство по эксплуатации	1	1	1	1	1	1

ПРИМЕЧАНИЯ.

- 1) в состав расходомеров исполнения Ех входят ПЭП взрывобезопасного исполнения.
- 2) поставляется во взрывонепроницаемой оболочке

Таблица 1.6 Температурные классы.

Максимальная температура окружающей среды ПЭП, °С	Температурный класс
80	T6
95	T5
130	T4
195	T2

Инв. №	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
											12

1.5 Устройство и работа

По принципу работы Расходомеры Ех относятся к время-импульсным ультразвуковым расходомерам, работа которых основана на измерении разности времени прохождения ультразвуковых сигналов (УЗС) по направлению потока жидкости в трубопроводе и против него.

Возбуждение УЗС производится ультразвуковыми преобразователями, установленными на измерительный участок трубопровода, под воздействием запускающих импульсных сигналов, формируемых ВП.

Работа пары ультразвуковых преобразователей ПЭП1 и ПЭП2, каждая из которых образует один измерительный канал, в режиме излучения и приёма происходит попеременно, обеспечивая распространение УЗС по и против потока жидкости.

1.6 Обеспечение взрывозащищённости

Общие требования обеспечения взрывозащищённости по ГОСТ 30852.0 выполняются за счёт:

- выполнения конструкции расходомера с учётом общих требований ГОСТ 30852.0 для электрооборудования, размещаемого во взрывоопасных зонах;
- уплотнения и соединения элементов конструкции, обеспечивающих степень защиты не ниже IP65 по ГОСТ 14254-96;
- подбора конструкционных материалов, входящих в состав расходомера, обеспечивающих фрикционную и электростатическую искробезопасность.

1.6.1 Взрывозащита вида «заливка компаундом» (m)

Взрывозащита этого вида обеспечивается следующими средствами:

- Заливка компаундом выполнена в соответствии с требованием ГОСТ 30852.17.

Компаунд сохраняет свои свойства во всем диапазоне рабочих температур.

1.6.2 Взрывозащита вида «взрывонепроницаемая оболочка» (d)

Ультразвуковые расходомеры моделей КФ150Ех и КФ170 имеют вид взрывозащиты – «взрывонепроницаемая оболочка» и выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ Р30582.1 с учётом следующих конструктивных и схмотехнических решений:

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
						13
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1) Оболочка модели КФ170 - сертифицированная оболочка типа XDE-D120win-4 производства фирмы Limatherm S.A., состоит из двух модулей – вводного и основного:

- Внутри вводного модуля имеется клеммная колодка для подключения датчиков и кабеля питания;
- Внутри основного модуля размещено микропроцессорное устройство управления и индикации расходомера КФ170;
- Основной и вводной модули имеют взрывозащиту вида «d» взрывонепроницаемую оболочку, выдерживающую давление взрыва и исключают передачу горения в окружающую взрывоопасную среду;

При этом:

взрывоустойчивость и взрывонепроницаемость оболочки ВП расходомера КФ170 соответствуют требованиям для электрооборудования подгруппы ПВ по ГОСТ 30852.1. Параметры резьбового соединения крышки с корпусом соответствуют требованиям ГОСТ 30852.1 для электрооборудования подгруппы ПВ. Проходные изоляторы обеспечивают герметичность соединений в соответствии с требованиями ГОСТ 30852.1.

2) Расходомер КФ150Exd имеет алюминиевую сертифицированную взрывонепроницаемую оболочку типа ОЭАП производства фирмы ВЭЛАН. Внутри оболочки размещено микропроцессорное устройство управления и индикации расходомера Ex.

При этом:

- взрывоустойчивость и взрывонепроницаемость оболочки ВП соответствуют требованиям для электрооборудования подгруппы ПВ по ГОСТ 30852.1;
- Параметры плоского соединения крышки с корпусом оболочки ВП расходомера КФ150Ex соответствуют требованиям для электрооборудования подгруппы ПВ ГОСТ 30852.1;

1.6.3 Защита вида «е»

Защита вида «е» КК расходомеров Ex обеспечивается следующими средствами:

- пути утечки, электрические зазоры и электрическая прочность изоляции клеммной колодки соответствует требованиям ГОСТ Р 30852.8.
- винтовые клеммы для подсоединения внешних цепей имеют достаточный размер для надежного подсоединения проводов с поперечным сечением 2,5 мм² и не имеют острых краев, которые могли бы повредить провода. Кабельные вводы обеспечивают надежную фиксацию внешних кабелей, что исключает воздействия механических нагрузок на соединительные

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	РУНС.170.00.000 РЭ				Лист
									14
									Изм

клеммы. Максимальный ток, протекающий через клеммные соединения при нормальном режиме работы, не превышает 5 А. Ограничение температуры поверхности вводного модуля достигается за счет ограничения подводимой мощности.

Структура расходомеров Ех, с обозначением средств взрывозащиты приведена в Приложении Г.

1.7 Описание и работа составных частей расходомера

1.7.1 Принцип работы расходомера

По принципу работы расходомер относится к время-импульсным ультразвуковым расходомерам, работа которых основана на измерении разности времени прохождения коротких ультразвуковых сигналов (УЗС) по направлению и против потока жидкости в трубопроводе. Возбуждение и прием УЗС производится накладными электроакустическими преобразователями, установленными на трубопровод.

Электрические зондирующие импульсы, генерируемые ВП, попеременно поступают на ПЭП1 и ПЭП2 (Рисунок 8).

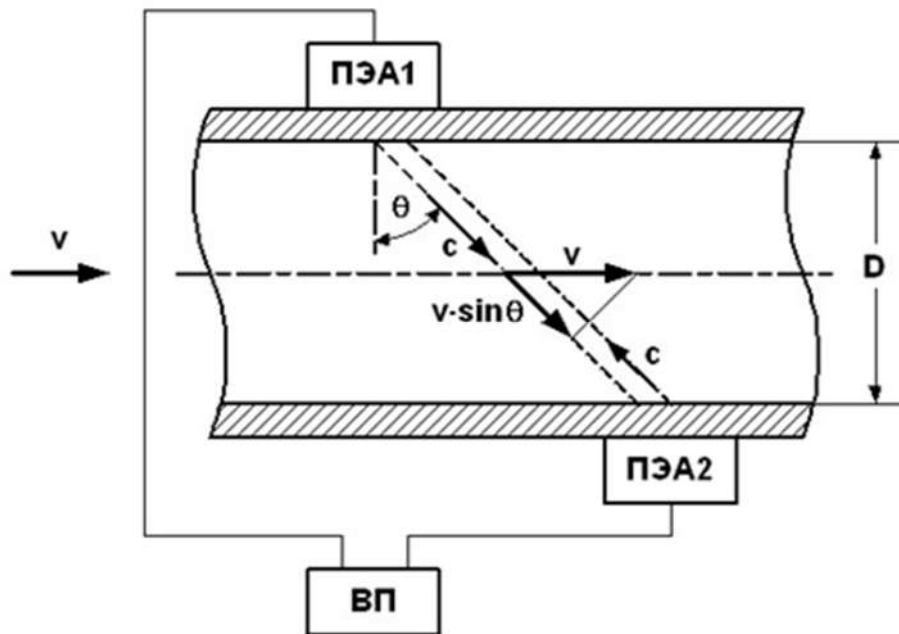


Рисунок 8 – Схема прохождения УЗС.

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

УЗС, излучаемый одним ПЭП, проходит через движущуюся по трубопроводу жидкость и воспринимается другим ПЭП. При движении жидкости происходит снос ультразвуковой волны, который приводит к изменению времени распространения УЗС: по потоку жидкости (от ПЭП1 к ПЭП2) время прохождения уменьшается, а против потока (от ПЭП2 к ПЭП1) – возрастает. Разность времен прохождения УЗС по акустическому тракту по и против потока жидкости dT пропорциональна скорости потока v и, следовательно, объемному расходу жидкости Q .

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

Скорость жидкости, усредненная вдоль ультразвукового луча, определяется как:

$$v = \frac{c}{2 \times n \times D \times \text{tg}\Theta} [(T_{П2} - T_{П1}) - dT_0], \quad (2)$$

где c – скорость распространения УЗС в неподвижной жидкости;

D – внутренний диаметр трубопровода;

Θ – угол между направлением распространения УЗС и плоскостью, перпендикулярной оси трубопровода;

$T_{П1}$, $T_{П2}$ – полное время прохождения сигнала по каналу измерения (ВП, кабели связи, оба ПЭП, жидкость) при распространении УЗС по и против потока соответственно;

dT_0 – разность времен прохождения сигнала при неподвижной жидкости (смещение нуля расходомера);

n – коэффициент, зависящий от схемы установки ПЭА (рис.9):

$n = 1$ – при установке ПЭА по Z-схеме;

$n = 2$ – при установке ПЭА по V-схеме;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Значение расхода вычисляется в соответствии с выражением:

$$Q_{CP} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times v_{ИЗМ} \times K_{Г, 2} \quad (3)$$

где $K_{Г} = v_{ср}/v$ – гидродинамический коэффициент.

Гидродинамический коэффициент представляет собой отношение средней скорости потока жидкости в трубопроводе к скорости потока жидкости v , усредненной вдоль ультразвукового луча. Он вычисляется на основе введенных значений шероховатости стенок трубопровода, вязкости контролируемой жидкости, внутреннего диаметра трубопровода, измеренного значения скорости потока.

Объем жидкости V за интервал времени T определяется в соответствии с формулой:

$$V = \int_0^T Q(t), \quad (4)$$

Изменение скорости распространения УЗС в рабочей жидкости, связанное с изменением температуры, давления и/или состава жидкости, в связи с неизменной длиной акустического тракта учитывается в приборе путем определения полусуммы времени прохождения УЗС расстояния между ПЭА T :

$$\sum T = \frac{T_1}{T_2}, \quad (5)$$

(1) Значение расхода определяется при выполнении условия:

$$Q < Q_{отс}, \quad (6)$$

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

Q – текущее значение расхода, м³/ч.

Рекомендуемое значение нижней отсечки соответствует скорости потока 0,1 м/с.

Если выполняется условие $Q < Q_{отс}$, то в расходомере измеренное значение расхода приравнивается нулю, прекращается накопление объема и выдача импульсов на универсальном выходе.

При выполнении условия $Q > Q_{max}$ (где Q_{max} соответствует скорости потока 20 м/с) измерение расхода продолжается, но прекращается накопление и архивирование объема и выдача импульсов на универсальном выходе.

Накладные ПЭП устанавливаются на наружную стенку трубопровода без его вскрытия по следующим схемам:

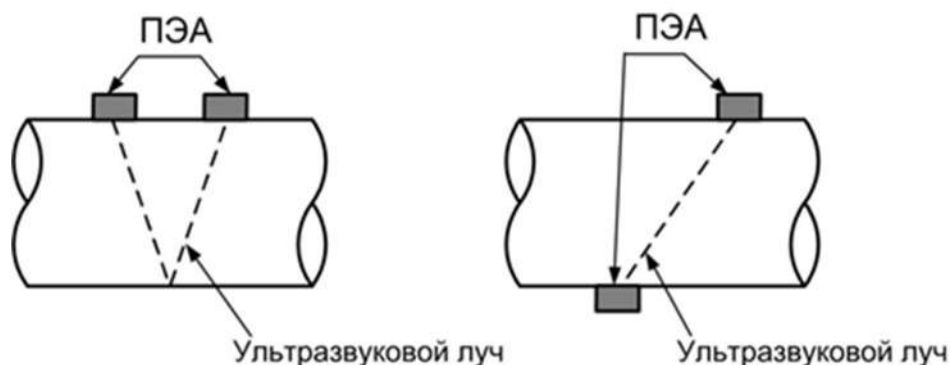


Рисунок 9 – Схемы установки ПЭА на трубопроводе

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. №	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
													17

Z-схема – ПЭП размещаются на противоположных стенках трубопровода в плоскости, проходящей через ось трубопровода, при этом сигнал от одного ПЭП к другому проходит без отражения от внутренней поверхности трубопровода;

V-схема – ПЭА устанавливаются вдоль одной стенки трубопровода в плоскости, проходящей через ось трубопровода, при этом сигнал от одного ПЭА попадает к другому после отражения от внутренней поверхности трубопровода (при этом УЗС проходит в два раза больший путь, чем при Z-схеме).

1.7.2 Устройство

Структурная схема расходомера приведена на рис.10

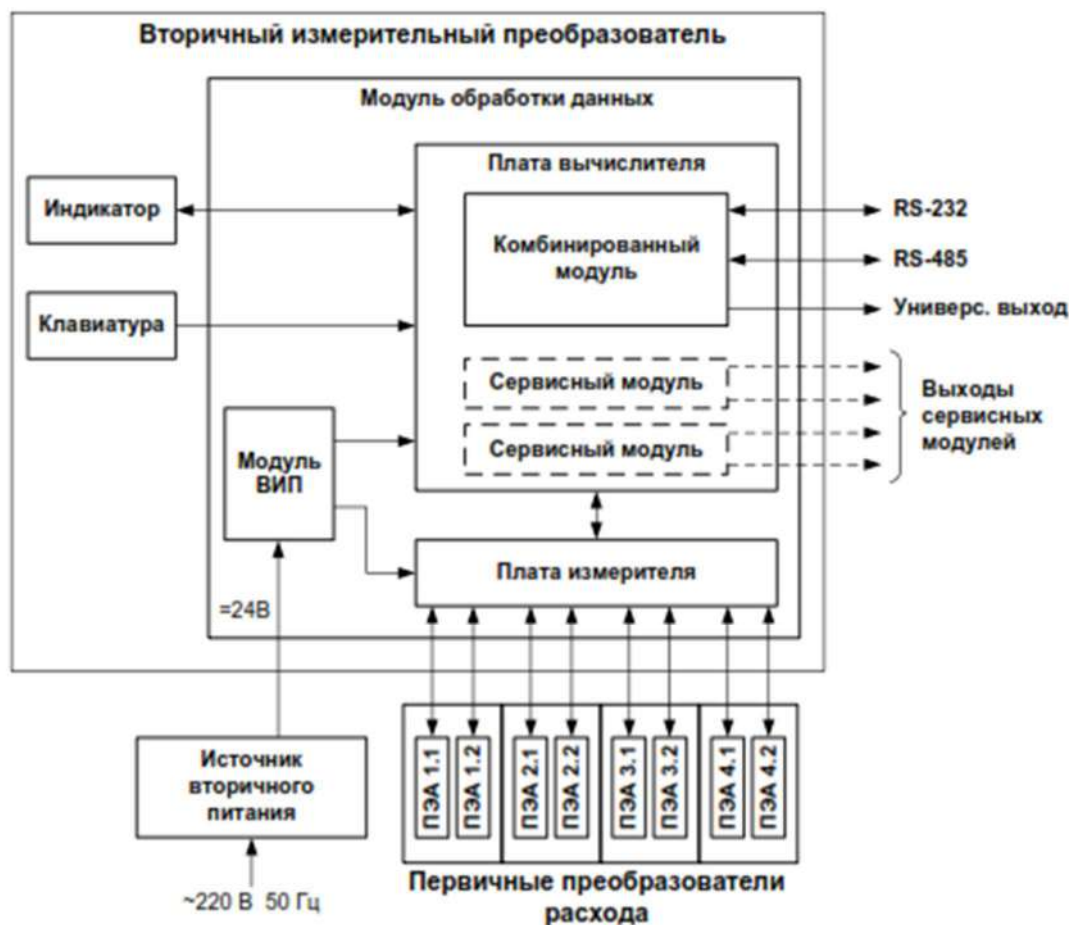


Рисунок 10 – Структурная схема расходомера

Расходомер состоит из одного или нескольких первичных преобразователей расхода и вторичного измерительного преобразователя.

Первичный преобразователь расхода представляет собой приспособление для установки на трубопровод одной или двух пар ПЭП из комплекта расходомера.

Количество первичных преобразователей, входящих в состав расходомера, определяется видом его исполнения.

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Вторичный измерительный преобразователь содержит измеритель, управляющий электроакустическим зондированием и обрабатывающий измерительные сигналы, и вычислитель, выполняющий вторичную обработку измерительной информации и хранение результатов измерений.

Для обеспечения внешних связей расходомера на плате вычислителя установлен электронный комбинированный модуль универсального выхода и последовательных интерфейсов RS-232 и RS-485, USB.

Кроме того, по заказу на плату вычислителя дополнительно можно установить сервисные модули расширения внешних связей, преобразующие частотный сигнал универсального выхода в сигналы, указанные в таблице 1.7.

Модель	Интерфейс связи	Интерфейсы ввода/вывода (предустановленные), ГР	Интерфейсы ввода/вывода (расширение), ГР**
КФ100	RS-485	ввод: нет вывод: нет	ввод: до 4х(0-20 мА (а), 4-20 мА (п), Pt100)* вывод: до 4х(0-20 мА (а), 4-20 HART, ОК, СК)* общее число: не более 4
КФ150	RS-232, RS-485, USB	ввод: нет вывод: нет	ввод: до 8х(0-20 мА (а,п), 4-20 мА (а, п)Pt100)* вывод: до 8х(0-20 мА (а), ОК, СК)* общее число: не более 8
КФ170	RS-232, RS-485, IrDA	ввод: нет вывод: нет	ввод: до 4х(0-20 мА (а), 4-20 мА (п))* вывод: до 4х(0/4-20 мА (а), ОК, СК)* общее число: не более 4
КФ200	RS-232, USB	ввод: нет вывод: нет	ввод: нет вывод: нет
КФ210	USB	ввод: нет вывод: 1х0/4-20 мА (а), 1хОК, 1хСК	ввод: нет вывод: нет
КФ230	RS-232, USB	ввод: 2хPt100 вывод: 1х 0/4-20 мА (а), 1хОК, 1хСК	ввод: до 2х(Pt100, 0/4-20 мА (а))* вывод: до 2х(0/4-20 мА (а), ОК, СК, частотный)* общее число: не более 2

ГР - гальваническая развязка

ОК - открытый коллектор

СХ - сухой контакт

а - активный

п - пассивный

* - любой из перечисленных

** - все модули расширения унифицированы, т.е. имеют одинаковую конструкцию для всех моделей расходомеров КФ, и имеют взрывозащиту вида "ic"

Управление работой расходомера и индикация измерительной, установочной, диагностической, архивной информации обеспечивается с помощью клавиатуры и графического жидкокристаллического индикатора (ЖКИ), обеспечивающего вывод алфавитно-цифровой информации.

Инв. №	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Инв. № дубл.	Подп. и дата
	Инв. № дубл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
						19

1.7.3 Вторичный преобразователь

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

- зондирование потока, прием и обработку сигналов, полученных от ПЭП;
- 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-232, RS-485, Ethernet;
- вывод измерительной информации через универсальные и/или токовый выходы;
- автоматический контроль и индикацию наличия неисправностей и нестандартных ситуаций в расходомере;
- защиту от несанкционированного доступа к архивным и установочным данным

Вторичный преобразователь определяет алгоритм работы расходомера, обеспечивает формирование и обработку сигналов ПЭП, формирование выходной информации на индикацию и внешние устройства. Индикация представляет собой 4-х строчный ЖК-дисплей с подсветкой, с возможностью вывода одновременно до трех измеренных параметров. Тип используемого ВП определяется в зависимости от комплектации типом используемой базовой комплектации расходомера.

Корпус ВП условно состоит из трех частей (конструктивных модулей): основания – монтажного модуля, средней модуля вторичного источника питания (ВИП) и лицевой части – модуля обработки данных.

Модуль обработки данных ВП содержит платы измерителя и вычислителя. На лицевой панели модуля находятся жидкокристаллический индикатор и клавиатура.

Модуль ВИП вторичного преобразователя содержит плату вторичного источника питания. На нижней плоскости корпуса модуля ВИП расположена клемма защитного заземления.

Модуль ВИП вместе с модулем обработки данных, соединяемые электрически многожильным шлейфом и конструктивно винтами со стороны модуля ВИП, составляют субблок обработки данных.

На нижней плоскости корпуса монтажного модуля расположены: внешний разъем интерфейса RS-232 (RS-485, USB) и разъёмы для кабеля питания, сигнальных кабелей ПЭП, а также кабелей связи с внешними устройствами, подключаемыми к расходомеру.

Внешний разъем RS-232 (RS-485, USB) на монтажном модуле с помощью плоского кабеля подключается к 8-контактному разъему RS-232 комбинированного электронного модуля.

На плату измерителя в зависимости от количества используемых каналов измерения (подключаемых пар ПЭП) устанавливается соответствующее количество приемо-передающих электронных модулей.

На плате вычислителя предусмотрены слоты расширения (разъёмы) для установки по заказу дополнительных электронных сервисных модулей внешних связей.

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
					РУНС.170.00.000 РЭ					

1.7.4 Преобразователи пьезоэлектрические

ПЭП работают попеременно в двух режимах: излучения, когда входящий от ВП электрический импульсный сигнал преобразуется в ультразвуковые колебания, и приема, когда ультразвуковые колебания жидкости преобразуются в соответствующий электрический сигнал.

Накладные ПЭП имеют прямоугольный корпус, одна из граней которого является излучающей плоскостью. На боковых гранях корпуса нанесены риски, указывающие положение акустического центра ПЭП. Накладные ПЭП устанавливаются излучающей плоскостью на наружную стенку трубопровода. ПЭП герметизирован заливкой внутри корпуса термостойкого электроизоляционного компаунда.

В зависимости от назначения расходомер может быть укомплектован ПЭП различных типов и исполнений, отличающимися материалами излучающей поверхности и допустимым диапазоном температуры контролируемой жидкости, конструкцией кабельного вывода и т.п.

В составе взрывозащищенного исполнения расходомера поставляются ПЭП искробезопасного исполнения.

По виду исполнения ПЭП – накладные и размещаются на наружной поверхности трубопровода. а следовательно не имеют непосредственного контакта с контролируемой жидкостью.

Основным элементом ПЭП является первичный преобразователь, выполненный из пьезокерамики, в виде пластинки, наклеенной на звукопровод, и осуществляющий акустический контакт с контролируемой жидкостью через стенку трубопровода. ПЭП работают последовательно в двух режимах:

- излучения, когда входящий от ВП электрический импульсный сигнал, подводимый к пьезопластине, преобразуется в ультразвуковой сигнал;
- приёма, когда принятый ультразвуковой сигнал преобразуется в соответствующий электрический сигнал.

В электрической цепи первичный преобразователь эквивалентен ёмкости величиной не более 3000 пФ. В качестве шунтирующего элемента в ПЭП введён резистор номиналом 10 кОм параллельно пьезоэлектрическому преобразователю.

Накладные ПЭП, внешний вид, одного из исполнений которого показан на рисунке «Внешний вид ПЭП» (Рисунок 11), выполнены в сплошном корпусе с нижней гранью, являющейся излучающей поверхностью. Корпус полностью герметизирован заливкой термостойкого электроизоляционного компаунда. На конце коаксиального радиочастотного кабеля ПЭП жёстко закреплённого в корпусе и выполненного длиной от 5 до 15 м, установлен разъем либо оконцованные кабели для его подключения к линии связи со вторичным преобразователем. Шильдик с маркировкой взрывозащиты закреплён на боковой стенке корпуса.

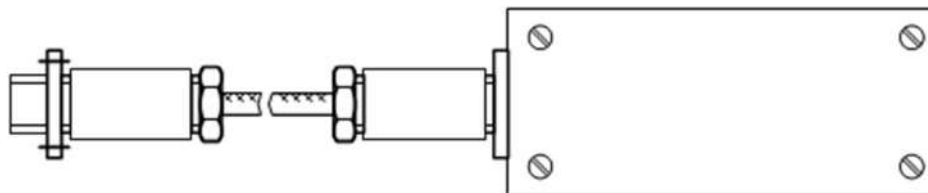


Рисунок 11 Внешний вид ПЭП

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
						21

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

Эксплуатация расходомера должна производиться в условиях воздействующих факторов и параметров контролируемой среды, не превышающих допустимых значений, оговорённых в эксплуатационной документации.

Первичный преобразователь желателно устанавливать в горизонтальный трубопровод.

Точная и надёжная работа расходомера обеспечивается при выполнении в месте установки ПЭП следующих условий:

давление жидкости в трубопроводе и режимы его эксплуатации исключают газообразование и/или скопление газа (воздуха);

на около ПЭП имеются прямолинейные участки соответствующей длины 5хДу – до ПЭП, 3хДу – после ПЭП). Прямолинейные участки не должны содержать устройств или элементов конструкции, вызывающих изменение структуры потока жидкости;

Тип и состав контролируемой жидкости (наличие и концентрация взвесей, посторонних жидкостей и т.п.), режим работы и состояние трубопровода не должны приводить к появлению коррозии и/или отложений, влияющих на работоспособность и метрологические характеристики расходомера.

Необходимость защитного заземления прибора определяется в соответствии с требованиями главы 1.7 «Правил устройства электроустановок» в зависимости от напряжения питания и условий размещения прибора.

Молниезащита объекта размещения прибора, выполненная в соответствии с «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО153-34.21.122-2003, снижает вероятность выхода прибора из строя при наличии молниевых разрядов.

Для защиты линий связи прибора от разрядов молний дополнительно рекомендуется применение специальных устройств защиты.

Требования к условиям эксплуатации и выбору места монтажа, приведённые 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 изделия.

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
											23

2.2 Указания по монтажу, сборке, наладке или регулировке.

2.2.1 Меры безопасности

2.2.1.1 К работе с расходомером допускается обслуживающий персонал, изучивший эксплуатационную документацию на изделие.

2.2.1.2 При работе с расходомером должны соблюдаться «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок».

2.2.1.3 При проведении работ с расходомером опасными факторами являются:

- переменное напряжение с действующим значением до 264 В частотой 50 Гц;
- давление в трубопроводе (до 25 МПа);
- температура рабочей жидкости (до 160 °С);
- другие опасные факторы, связанные с профилем и спецификой объекта, где эксплуатируется расходомер.

2.2.1.4 При работе корпус ВП должен быть подсоединен к магистрали защитного заземления.

2.2.1.5 В процессе работ по монтажу, пусконаладке или ремонту расходомера запрещается:

- производить подключения к расходомеру, переключения режимов работы или замену электрорадиоэлементов при включенном питании;
- производить демонтаж элементов расходомера на трубопроводе до полного снятия давления на участке трубопровода, где производятся работы;
- использовать неисправные электро и радиоприборы, электроинструменты либо работать с ними без подключения их корпусов к магистрали защитного заземления.

2.2.1.6 При обнаружении внешних повреждений прибора или сетевой проводки следует отключить прибор до выяснения специалистом возможности дальнейшей эксплуатации.

2.2.2 Монтаж расходомера и настройка на объекте должны производиться специализированной организацией, имеющей разрешение предприятия-изготовителя и право на выполнение данных работ, либо представителями предприятия-изготовителя.

2.2.3 Монтаж расходомера и настройка на объекте должны выполняться в соответствии с документом «Ультразвуковой Расходомер КАТФЛОУ». Инструкция по монтажу» КФ.ХХХ.01 ИМ, где ХХХ – обозначение модели в соответствии с Таблицей 1.2.

2.2.4 При вводе изделия в эксплуатацию должно быть проверено:

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

Кроме того, необходимо убедиться в соответствии значений параметров функционирования, введенных в прибор, значениям, указанным в паспортах расходомера и первичных преобразователей либо в протоколах монтажных и пусконаладочных работ.

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

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
											24

Общие указания по эксплуатации, подготовке расходомеров к использованию и порядку использования приводятся в эксплуатационной документации на соответствующие базовые комплектации.

Обеспечение взрывозащищённости при монтаже

а) При монтаже расходомеров взрывозащищенного исполнения (Ex) необходимо руководствоваться настоящим РЭ, эксплуатационной документацией (ЭД) базовых комплектаций в соответствии с применяемой комплектацией расходомера, главой Э4.4 ПЭЭП, главой 7.3 ПУЭ и другими документами, действующими в данной отрасли промышленности.

б) К проведению работ по монтажу (демонтажу) расходомеров допускаются представители организаций, имеющих лицензию на право проведения монтажа взрывозащищенного электрооборудования, а также разрешение предприятия-изготовителя.

в) Монтаж систем сигнализации и автоматики во взрывоопасных зонах следует проводить в строгом соответствии с утверждённым проектом. Если взрывоопасная зона является помещением или его частью, в которой происходит тот или иной технологический процесс, желательно, чтобы проект был выполнен специализированной отраслевой проектной организацией, имеющей необходимый опыт в проектировании таких объектов.

г) Перед монтажом все оборудование, устанавливаемое во взрывоопасной зоне, должно быть тщательно осмотрено на предмет наличия маркировки по взрывозащите, предупреждающих надписей, пломб, заземляющих контактов и отсутствие видимых дефектов.

д) Прокладку кабелей и проводов, а также заземление и зануление следует проводить в соответствии с требованиями проекта, и ПУЭ.

е) Типы проводов и кабелей, а также способ их прокладки, выбираются исходя из класса взрывоопасной зоны:

- Во взрывоопасных зонах любого класса допускается применение проводов с резиновой и ПВХ изоляцией; кабелей с резиновой, ПВХ и бумажной изоляцией, в резиновой, ПВХ и металлической оболочках, имеющих оформленный сертификат пожарной безопасности.

- Во взрывоопасных зонах любого класса не допускается применение проводов и кабелей с полиэтиленовой изоляцией и оболочкой.

2.2.5 Способы прокладки кабелей

Способы прокладки кабелей указаны в таблице 2.1

Таблица 2.1. Способы прокладки проводов и кабелей во взрывоопасных зонах

Тип кабеля или провода	Способ прокладки	Класс взрывоопасной зоны
Бронированные кабели	Открыто по стенам и строительным конструкциям на скобах и кабельных конструкциях; в коробах, лотках, на тросах, кабельных эстакадах; в каналах. Скрыто в земле, в траншеях, в блоках	В зонах любого класса
Небронированные кабели в резиновой, ПВХ и металлической оболочках	Открыто и скрыто в стальных водогазопроводных трубах	В зонах любого класса

Инв. №	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

а) Вводы кабелей в технические средства должны быть сделаны с помощью специализированных вводных устройств, а места вводов уплотнены. Соответствующие требования по уплотнению труб, кабелей, проводов предъявляются при переходе кабельной трассы из взрывоопасной зоны в зону с другим классом опасности или в зону взрывобезопасную

б) При монтаже должно быть обеспечено надежное соединение клемм заземления (зануления) с магистралью защитного заземления (зануления).

2.2.6 Установка Вторичных преобразователей

а) Вторичные преобразователи, не предназначенные для установки в условиях наличия взрывоопасной среды, устанавливаются вне взрывоопасных зон помещений и наружных установок в условиях необходимой защиты от влаги, пыли, грязи, вибраций, механических повреждений, несанкционированного доступа и чрезмерных колебаний температуры.

б) При выборе места установки ВП необходимо учитывать следующее:

- места установки ВП должны обеспечивать удобные условия для обслуживания и демонтажа;
- условия работы ВП должны быть не хуже указанных в пункте 1.2.3 настоящего РЭ;
- в местах установки ВП должны быть приняты меры, исключающие появление либо постоянное действие различного рода помех от работы силового электрооборудования.

в) Порядок отключения и подключения ВП.

Отключение ВП выполняется в следующей последовательности:

- отключить электропитание от расходомера;
- отключить проводники от зажимов во взрывобезопасной зоне;
- отключить проводники от зажимов во взрывоопасной зоне;
- отключить заземляющий (зануляющий) проводник.

Подключение БИ производится в обратном порядке.

г) При подключении:

Кабели должны быть надёжно закреплены и защищены от механических повреждений.

- Оголённые проводники защищаются изолирующей лентой.

Всегда первым монтируется заземление (зануление), а отключается оно в последнюю очередь.

2.2.6 Установка Первичных преобразователей

При монтаже (демонтаже) ПЭП на объекте необходимо защищать от ударов их рабочую, торцевую излучающую зону.

2.3 Обеспечение взрывозащищённости при эксплуатации

2.3.1 При эксплуатации расходомеров Ех необходимо руководствоваться настоящим РЭ, ПЭЭП «Электроустановки во взрывоопасных зонах»; главой 7.3, действующих ПУЭ, ГОСТ 30852.16.

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	РУНС.170.00.000 РЭ					Лист
										26
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

К эксплуатации расходомеров должны допускаться лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие соответствующий инструктаж.

В процессе эксплуатации необходимо внимательно следить за состоянием средств, обеспечивающих взрывозащищённость. При этом необходимо обращать внимание на отсутствие повреждений, наличие пломб, контровок, надёжность соединения электрических цепей, защитных заземлений, маркировок взрывозащиты.

В процессе эксплуатации расходомера необходимо соблюдать особые условия, определяемые знаком «Х» в маркировке взрывозащиты ПЭП и КК:

1) температурный класс расходомера определяется температурой корпуса ПЭП (зависящей от температуры контролируемой среды) в соответствии с характеристиками, приведенными в разделе 1.2.3;

2) в процессе эксплуатации необходимо защищать от ударов торцевую излучающую зону ПЭП.

2.1.3.5 Для изделий с видом взрывозащиты «герметизация компаундом» особые условия применения, определяемые знаком «Х» в маркировке взрывозащиты:

1) для исключения появления на поверхности смотрового стекла электростатических зарядов, во взрывоопасной зоне необходимо избегать конвекционных потоков;

2) протирка (чистка) смотрового стекла допускается только влажной тканью, смоченной в дистиллированной воде;

3) размещение во взрывоопасной зоне возможно только с закрытой коммутационной крышкой.

2.3.2 Назначенные показатели срока службы и (или) назначенный ресурс.

Назначенный срок службы – 12 лет; Назначенный срок хранения – 5 лет.

2.3.3 Перечень критических отказов, возможных ошибок персонала (пользователя), приводящих к аварийным режимам оборудования, и действий, предотвращающих указанные ошибки.

ВНИМАНИЕ! При эксплуатации необходимо учитывать, что невыполнение требований данной инструкции в части хранения, монтажа, выбора компонентов, подключения, настройки и эксплуатации могут стать причиной аварийной ситуации.

Перечень критических отказов прибора, способных стать причиной аварийной ситуации:

- Невыполнение прибором своих функций по назначению;
- Отсутствие или некорректная реакция позиционера на входные командные сигналы;

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
						27

- Отсутствие индикации на ЖК-дисплее (при наличии) в процессе эксплуатации;
- Утечки воздуха в стационарном режиме;
- Повреждение или отсутствие крепежей крышки (крышек) корпуса;
- Повреждения корпусных деталей прибора

При обнаружении данных отказов необходимо приостановить эксплуатацию, провести аудит прибора на предмет возможности и (или) целесообразности выполнения восстановительного ремонта.

2.3.4 Перечень возможных ошибок персонала, способных привести к аварийным режимам оборудования:

- Невыполнение требований настоящего руководства по эксплуатации и прочих нормативных документов, регламентирующих эксплуатацию данного оборудования;
- Отклонения, нарушения условий хранения и транспортировки;
- Эксплуатация прибора не по назначению;
- Эксплуатация прибора в зонах, не соответствующих маркировки позиционера;
- Нарушения при монтаже, подключении, настройке и эксплуатации прибора;
- Ремонт изделия с применением запасных частей и материалов, не рекомендованных производителем и выполнение ремонтных работ персоналом, не аттестованным для выполнения данных работ.
- Модернизация и внесение изменений в конструкцию прибора.

Сохранность характеристик прибора, обеспечивающих его взрывобезопасность достигается за счет соблюдения требований данного РЭ в части: монтажа, настроек, выполнения требований предупредительных надписей, контроля за техническим состоянием прибора в процессе эксплуатации, требований к персоналу, а также ремонта и замены комплектующих.

2.3.5 Параметры предельных состояний

При эксплуатации прибора, а также при проведении аудита после выявленных отказов, необходимо контролировать следующие признаки предельных состояний:

- Невыполнение прибором своих функций по назначению после проведения диагностики и технического обслуживания, в том числе после выявленных отказов;
- Следы влаги внутри прибора и на компонентах электроники как следствие нарушения условий хранения прибора и нарушение герметичности при эксплуатации;

Инв. №	Подп. и дата
	Взам. инв. №
	Инв. № дубл.
Инв. №	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Инв. №	Подп. и дата

						РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			28

- Деформация, повреждения, разрушение элементов, отвечающих за обеспечение взрывозащиты прибора: царапины, сколы, задиры, следы коррозии; следы влаги на печатных платах и компонентах электроники);

- Повреждения, деформация и нарушение геометрии корпусных деталей;
- Прочие неустраняемые повреждения;
- Достижение прибором указанного срока службы

При обнаружении одного из перечисленных признаков, необходимо прекратить эксплуатацию позиционера.

Восстановительный ремонт в данном случае не целесообразен с экономической точки зрения и не допустим с точки зрения обеспечения безопасности и взрывозащиты. Прибор подлежит утилизации.

2.3.6 Указания при обнаружении неисправностей

Указания по устранению неисправностей приведены в руководстве по эксплуатации конкретной модели расходомера.

2.3.7 Доукомплектование дополнительными элементами

Прибор должен комплектоваться кабельными вводами и (или) заглушками во взрывозащищённом исполнении, которые имеют действующие сертификаты соответствия и соответствующие уровень взрывозащиты, степень защиты оболочки от внешних воздействий (IP), диапазон температур окружающей среды при эксплуатации не ниже параметров позиционеров.

2.3.8 Требования к обеспечению сохранения технических характеристик оборудования, обуславливающих его взрывобезопасность

Сохранность характеристик изделия, обеспечивающих его взрывобезопасность достигается за счёт соблюдения требований данного РЭ в части: упаковки, хранения, транспортировки, монтажа, настроек, эксплуатации, а также выполнения требований предупредительных надписей, контроля за техническим состоянием прибора в процессе эксплуатации, требований к персоналу, ремонта и замены комплектующих.

2.3.9 Требования к персоналу

К монтажу, эксплуатации и обслуживанию изделия могут быть допущены лица, имеющие необходимый уровень квалификации для работы с данным типом оборудования и прошедшие инструктаж о проведении работ в потенциально взрывоопасных зонах.

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	РУНС.170.00.000 РЭ					Лист
										29
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ВНИМАНИЕ! Работы, связанные с ремонтом и заменой запасных частей, могут выполняться только с разрешения производителя и выполняться персоналом, прошедшим обучение и аттестацию производителя.

2.4 Монтаж на объекте.

Внимание! Штуцеры прибора закрываются пластиковыми заглушками, защищающими от попадания посторонних материалов в корпус. Эти заглушки снимаются только непосредственно перед монтажом изделия.

2.4.1 Монтаж расходомера и настройка на объекте должны производиться специализированной организацией, имеющей разрешение предприятия-изготовителя и право на выполнение данных работ, либо представителями предприятия-изготовителя.

При монтаже прибора на объекте необходимо соблюдать требования чертежа средств взрывозащиты. На чертеже словом «Взрыв» обозначены все взрывонепроницаемые соединения с указанием параметров взрывозащиты

Взрывонепроницаемость ввода кабеля обеспечивается путем уплотнения его эластичным резиновым уплотнением. Размеры уплотнения и материал указаны на чертеже взрывозащиты.

Перед монтажом проверить прибор, чтобы на поверхностях, обозначенных словом «Взрыв», отсутствовали раковины, забоины, трещины и механические повреждения.

Место установки должно обеспечивать удобные условия для обслуживания и демонтажа. Окружающая среда не должна содержать примесей, вызывающих коррозию деталей прибора. Параметры вибрации не должны превышать значений, указанных в паспорте конкретного изделия, в зависимости от модели.

При монтаже прибора на объекте штуцер установить в резьбовой втулке объекта, навернуть накидную гайку и затянуть ее гаечным ключом. Герметичность соединения обеспечивается за счет прокладки.

После установки проверить место соединения на герметичность при максимальном рабочем давлении.

2.4.2 Электрические подключения прибора.

ВНИМАНИЕ! ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ ПРОИЗВОДИТЬ ПРИ ОТКЛЮЧЕННОМ ПИТАНИИ

К внешней линии прибор присоединяется с помощью штуцера с сальниковым уплотнением. Для этого при помощи ключа снять кабельный ввод, внутри которого расположены клеммы. Осуществить подключение в соответствии с таблицей настоящего документа.

Инв. №	Подп. и Дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и Дата	РУНС.170.00.000 РЭ					Лист
										30
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Таблица 2.2 – Описание сигналов коммутационного клеммного блока

№ контакта	Цепь, контакт	Уровень
1	ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ	+24 В
2	ОБЩИЙ	
3	ВЫХОД 1, аналоговый	4 – 20мА
4, 5	Импульсный выход реле (нормально разомкнутые)	24 В
6	RS 485 + (А)	
7	RS 485 – (В)	
8	RS 485 (экран)	

При монтаже следует обратить внимание на то, что наружный диаметр кабеля должен быть на 1...2 мм меньше диаметра проходного отверстия в уплотняющем штуцере. Сальниковое уплотнение затянуть гайкой, обеспечив герметичность ввода кабеля в корпус. Должно применяться кольцо уплотнительное, входящее в комплект гермоввода. Кабель не должен выдергиваться и поворачиваться в узле уплотнения.

Уплотнение кабеля должно быть выполнено самым тщательным образом, так как от этого зависит взрывонепроницаемость вводного устройства.

Штуцер после монтажа стопорить грунтовкой в соответствии с требованиями чертежа взрывозащиты.

После этого корпус закрыть крышкой с прокладкой и затянуть ключом.

Пломбировать контрольной проволокой, предохраняющей от самоотвинчивания, через отверстие в крышке. Проволоку установить внатяг.

К заземляющему винту прибора подсоединить провод заземления объекта. Сопротивление линии заземления, измеренное омметром, не должно превышать 4 Ом.

2.4.3 Проверка работоспособности

Прибор вырабатывает токовый сигнал, пропорциональный расходу жидкости в трубе.

Прибор поставляется с настройками выходного сигнала, согласно требованию заказчика

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	РУНС.170.00.000 РЭ				Лист
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

2.5 Использование расходомера. (Подготовка к выполнению измерений)

Использование изделия по назначению, т. е. выполнение операций измерений и учёта производится в автоматическом режиме и вмешательств не требуют. Основная задача на этом этапе состоит в правильности осуществления запуска. Для перевода изделия в режим выполнения измерений и учёта необходимо выполнить следующие операции.

2.5.1 Проверить правильность монтажа электрических цепей в соответствии с электрической схемой подключения.

2.5.2 Включить питание и убедиться, что включилась подсветка индикатора и на индикаторе появилась тестовая надпись.

2.5.3 Перед началом измерений рекомендуется произвести прогрев в течение от 20 до 30 минут.

2.5.4 Расходомер не требует специальной настройки. После его прогрева можно смотреть значения измеряемых величин и параметров согласно меню, приведённому в Руководстве по эксплуатации.

3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

В этом разделе содержится описание программы и сведения, необходимые для её эксплуатации:

- приводятся общие сведения (назначение, основные функции, входные и выходные данные и т.д.);

3.1 Общие сведения

Программное обеспечение расходомера (далее – ПО) состоит из двух частей:

- Встроенное ПО, установленное в электронном блоке, и осуществляющее непосредственное управление процессом измерения на объекте;
- Внешнее ПО, предназначенное для связи персонального компьютера с расходомером и его настройки на заводе-изготовителе.

Передача данных между внешним и внутренним частями ПО осуществляется по двухпроводной физической линии.

И встроенное и внешнее ПО позволяют пользователю просматривать идентификационные данные, что является одним из способов защиты ПО средства измерения (см. Таблицу 3.1).

Идентификационные данные (признаки)	Значения	
Идентификационное наименование ПО	КФ 4.15.-0000 (встроенное ПО)	KATdata+ Download Software (внешнее ПО)
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 4.00	не ниже 4.00

Сведения о встроенном программном обеспечении электронного блока - его наименование и обозначение версий указаны в Паспорте КФ.ХХХ.ПС.

Описание меню, и назначение клавиш клавиатуры электронного блока расходомера приведены в таблице А.1.

Для обслуживания ультразвуковых расходомеров КАТФЛОУ необходимо также ознакомиться с внешним программным обеспечением «КАТdata+».

Ив. №	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
							32
Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №

3.2 Функциональное назначение программы

Программа "КАТdata+" входит в состав ПО ультразвуковых расходомеров КАТФЛОУ, является внешним ПО, служит для управления конфигурацией и процессом сбора данных от ультразвуковых расходомеров по RS-232, RS-485 или по USB через конвертор, а также представления результатов измерения на экране монитора персонального компьютера.

3.3 Описание логической структуры

Общая схема работы программы

Интерактивная программа «КАТdata+» работает под управлением оператора, который с помощью горячих клавиш и различных подсказок сам выбирает нужные ему действия.

Отказ от выбранного вида работы всегда осуществляется нажатием клавиши ESC.

В программе реализовано консольное окно, в котором размещается таблица с измеренной информацией.

Для управления стандартными функциями в программе используются клавиши:

- F1 - помощь. Вывод на экран файла помощи;
- ESC - выход.

Вся информация хранится в файлах журналов (log-файлах) который используется:

- для настройки программы на конкретные условия применения;
- для полного описания измеряемых параметров;
- для настройки временных задержек и других вспомогательных значений в программе.

3.4 Входные данные

3.4.1 Описание файловой среды функционирования программы

При установке, программа создаёт в директории Program Files ОС Windows рабочую структуру каталогов (КАТdata) и размещает в папке КАТdata исполняемый и справочный файлы с расширением .exe и .hlp соответственно.

В дальнейшем рекомендуется (но не обязательно) использовать созданную файловую структуру для размещения log-файлов.

3.4.2 Инициализация

При запуске программа записывает (считывает) параметры инициализации УР из соответствующего log-файла, определяющие порядок работы:

1) Номер объекта. Объектом может быть встроенная измерительная плата, измерительный контроллер, подключенный по каналу связи и т.д. Номер объекта уникален и определяет набор измеряемых параметров или протокол обмена. Все строки файла с одним и тем же номером относятся к одному объекту, и вся получаемая информация собирается в одном буфере.

2) Период - интервал, через который происходит передача данных;

3) Порт - состоящий из двух частей:

- порты для подключения с протоколом обмена MODBUS-RTU, описанным ниже;
- коммуникационный порт 1 - Com1;

4) Протокол – определяет параметры выбранного порта:

- скорость передачи данных;
- длина посылки);
- количество стоповых бит;
- контроль бита четности.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					
					РУНС.170.00.000 РЭ				
					Лист	№ докум.	Подп.	Дата	33

4 ПОРЯДОК РАБОТЫ.

4.1 Описание основного меню расходомера

Описание меню, и назначение клавиш расходомера приведены в таблице А.1. Порядок работы и настройки электронного блока расходомера должны выполняться в соответствии с документом «Ультразвуковой Расходомер КАТflow». Инструкция по монтажу» КФ.ХХХ.01 ИМ, где ХХХ – обозначение модели в соответствии с Таблицей 1.2.

При включении Электронного блока необходимо убедиться в том, что номер версии встроенного ПО соответствует номеру, указанному в паспорте на расходомер Рисунок 12.



Рисунок 12 – Проверка номера версии встроенного ПО

4.2 Запуск программы КАТdata+.

4.2.1 При запуске программы появится основное меню ПО. Рисунок 13:

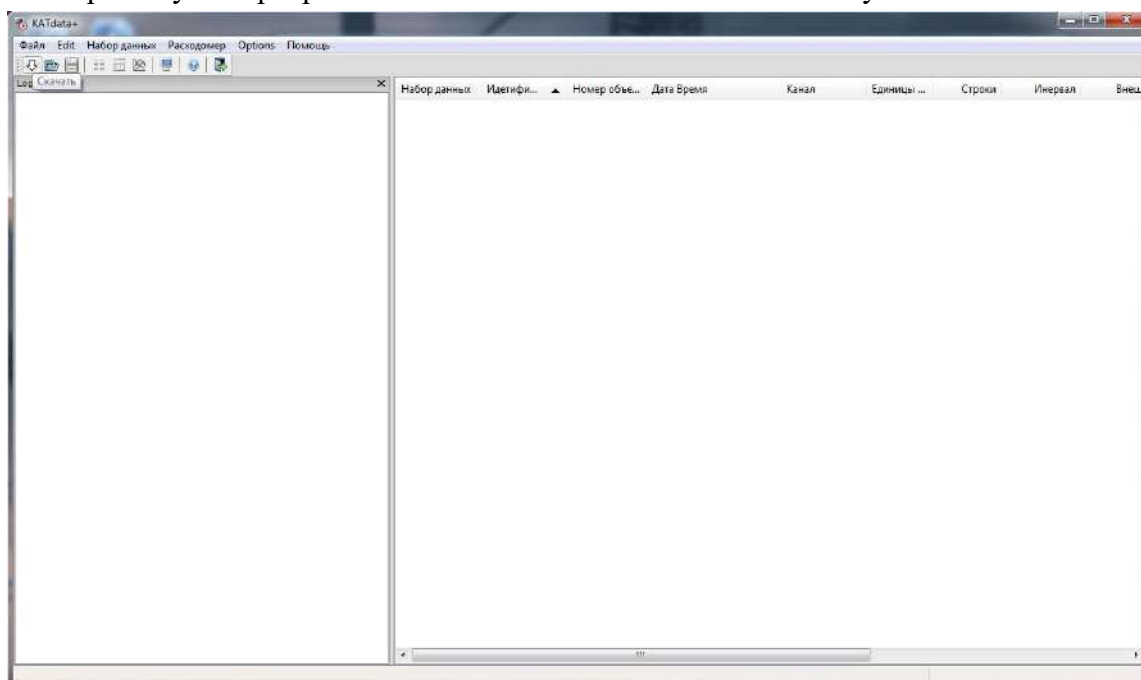


Рисунок 13 – основное меню программы КАТdata+

Ив. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

4.2.2 Включите расходомер или выйдите из отображения измерения. Дождитесь, пока появится главное меню Рисунок 14.¹

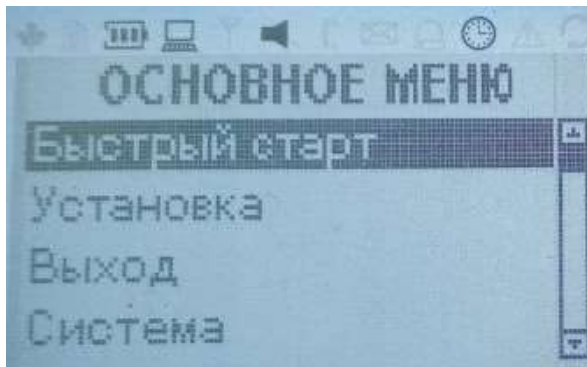


Рисунок 14 – Главное меню

4.2.3 Присоедините расходомер к ПК при помощи интерфейсного кабеля RS232.

Выберите в меню «Flowmeter / Download»

Сохраните данные в файле, присвоив ему подходящее имя, например:

«Выгрузка Катфлоу_01.kat»

Программа KATdata+ устанавливает связь с расходомером Рисунок 15

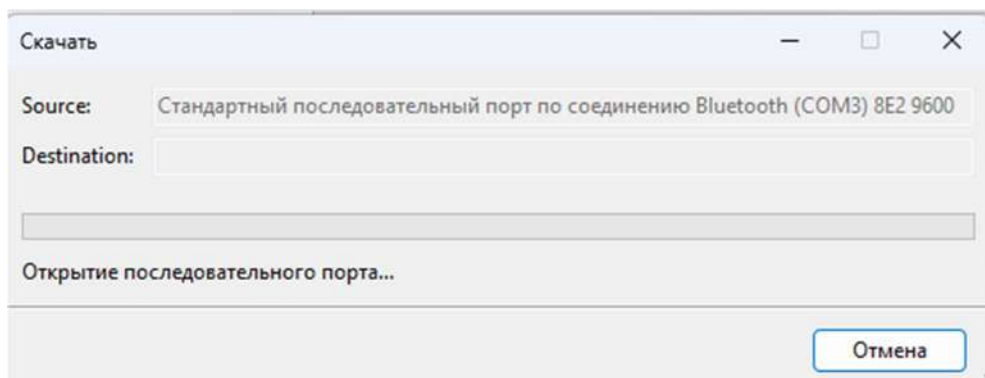


Рисунок 15 – Установление связи с расходомером

¹ Примечание: вид Главного меню может отличаться от приведённого на рисунке, в зависимости от модели электронного блока расходомера.

Дождитесь пока загрузочное окно закроется.

Выгрузка данных завершена

Инв. №	Подп. и дата
	Инв. № дубл.
Взам. инв. №	Подп. и дата
	Инв. № дубл.
Инв. №	Подп. и дата
	Инв. № дубл.

Теперь выгруженные данные можно оценить, используя вкладки Parameter Record (параметрическая запись), Table (таблица) и Graph (график) Рисунок 16

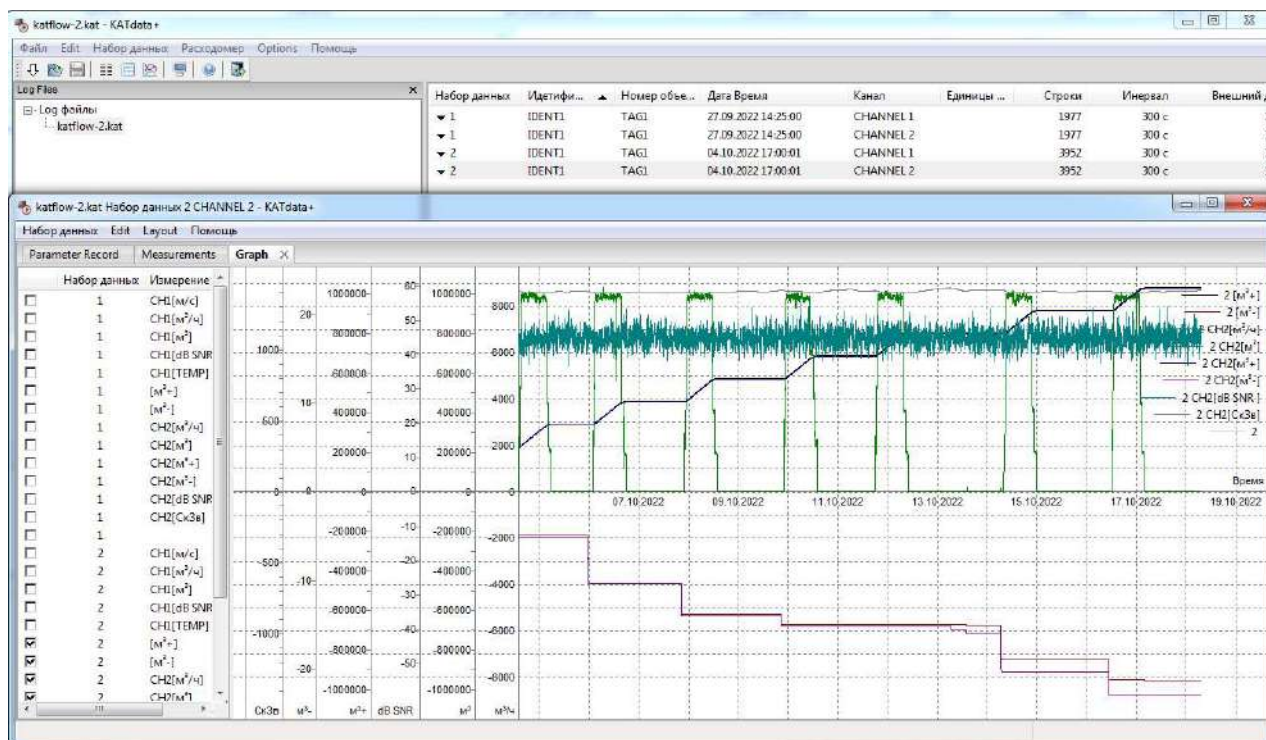


Рисунок 16 – Вкладка Параметрическая запись

4.3 Файловое меню

New

Создает новый файл для принятия данных из других файлов. При помощи мышки перетащите интересующий Вас набор измеренных данных из другого файла в созданный файл.

ПО автоматически запросит ввести имя нового файла, как только Вы решите закрыть файл без имени. Затем Вы можете ввести имя файла.

Open

Открывает существующий бинарный файл (*.kat) или разделенные запятыми стандартные CVS файлы (*.csv).

Save

Сохраняет созданный неименованный файл.

Save As

Сохраняет выбранный файл как бинарный (*.kat) или разделенные запятыми стандартные CVS файлы (*.csv).

Инв. №	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
											36

Export

Экспортирует выбранный файл, как стандартный текстовый файл (*.txt).

Print Graph

Печатает выбранный график на принтере по умолчанию.

Print Preview

Выводит на экран предварительный просмотр графика, выбранного для печати.

Print Setup

Выводит на экран стандартное установочное меню принтера.

Properties

Закладка: Summary

Дает информацию по записанному файлу.

Закладка: Flowmeter

Идентификация расходомера, с которого был получен файл данных.

Close

Закрывает выбранный файл данных.

Quit

Выход из программы.

4.4 Меню набора данных

Parameter Record

Отображает параметрическую запись выбранного набора данных в отдельном окне.

Table

Открывает новое окно и отображает измеренные данные из набора данных в табличном формате.

Graph

Открывает новое окно и отображает измеренные данные из набора данных в графическом формате.

Нажатие правой кнопки мыши:

Вписывает график в доступное окно Fit to Window

Увеличивает график Zoom In

Уменьшает график Zoom Out

Открывает окно печати графика Print Graph

Открывает окно предварительного просмотра графика Print Preview

Ив. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата	РУНС.170.00.000 РЭ					Лист
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	37

4.5 Меню Расходомера

4.5.1 Скачать (Download)

Иницирует скачивание данных из расходомера. Сначала необходимо выбрать имя файла либо в бинарном сжатом формате (*.kat) или в разделенных запятыми стандартных CVS файлах (*.cvs). Затем данные будут скачены из регистратора расходомера Рисунок 17.

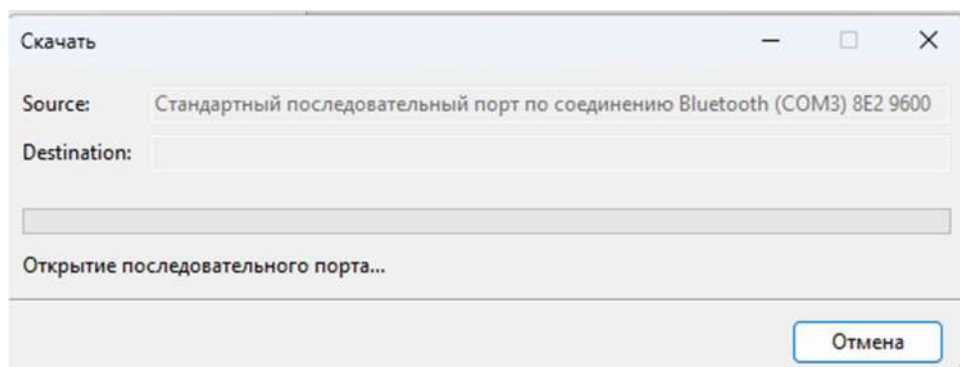


Рисунок 17 – Вкладка Загрузки

4.5.2 Terminal

Запускает соответствующую терминальную программу для передачи данных on-line, скачивания вручную содержимого регистратора и/или для работы с интерфейсом командной строки расходомера.

4.6 Меню Опций

Show Toolbar

Меню инструментов можно разрешить или запретить.

Show Open File List

Разрешается или запрещается список открытых файлов.

Show Preview

Разрешается или запрещается предварительный просмотр вкладок "Parameter Record", "Table" и "Graph".

Default Layout

Все окна возвращаются к первоначальному виду.

Preferences

Открывает программные предпочтительные закладки.

Закладка: *General*

- Определяет терминальную программную командную строку.

- Разрешает появление заставки при запуске

Ив. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата	РУНС.170.00.000 РЭ				Лист
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Закладка: Serial

- Устанавливает параметры последовательной связи. Параметры по умолчанию: Com1, 9600, 8 бит, 1 стоповый бит, четный, без квитиования.

Закладка: Export

- Устанавливает параметры экспорта текстового файла. Параметры по умолчанию: разделитель полей – табуляция, десятичная точка, формат даты расходомера, английский язык.

4.7 Меню Помощи

Help Contents

Вызывает файл помощи.

About KATdata+

Показывает краткую информацию о программе, выделяет дополнения и показывает номер версии программы.

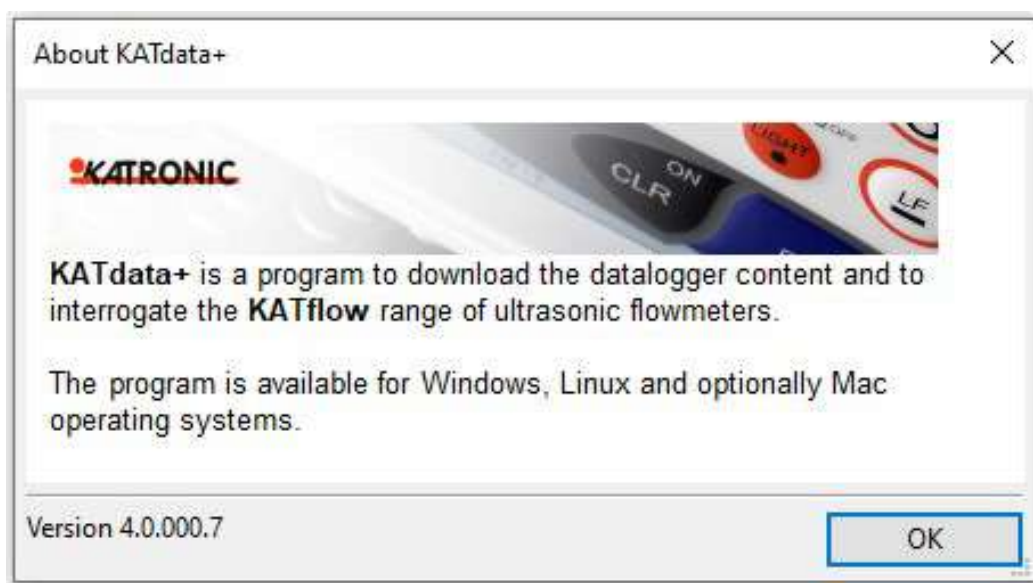


Рисунок 18 – Информация о программе

Инв. №	Подп. и дата				РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
	Инв. № дубл.					
	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Дата		

4.8 Лог-файлы

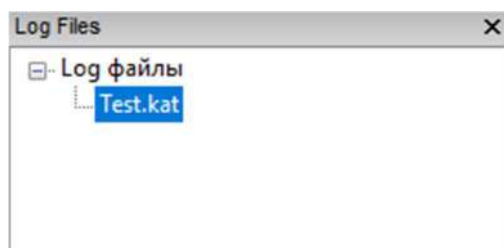


Рисунок 19 – Окно log-файлов

В области лог файлов отображаются открытые файлы данных

File | New

Создает новый файл данных. Интересующие наборы измеренных данных можно перетащить в новый созданный файл. При закрытии файла пользователю выдается напоминание ввести имя файла.

Выделив файл курсором, нажмите правую кнопку мышки ->

Save

Сохраняет новый созданный или измененный файл

Save as

Сохраняет файл как бинарный сжатый файл *.kat или разделенный запятыми *.csv текстовый файл

Export

Экспортирует выбранный файл как стандартный текстовый файл

Properties

Заявляет свойства файла

Close

Закрывает выбранный файл

Инв. №	Подп. и дата		Подп. и дата		РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
	Взам. инв. №		Инв. № дубл.			40
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.		Дата

4.9 Список набора данных

Набор данных	Идентификатор	Номер объе...	Дата Время	Канал	Един... ▼	Строки	Интервал	Внешний диаметр	Среда
▼ 1	IDENT1	TAG1	04.10.2023 11:00:01	CHANNEL 1		4	300 с	1220 мм	Пользователя
▼ 1	IDENT1	TAG1	04.10.2023 11:00:01	CHANNEL 2		4	300 с	1220 мм	Пользователя
▼ 2	IDENT1	TAG1	04.10.2023 11:25:01	CHANNEL 1		611	300 с	1220 мм	Пользователя
▼ 2	IDENT1	TAG1	04.10.2023 11:25:01	CHANNEL 2		611	300 с	1220 мм	Пользователя
▼ 3	IDENT1	TAG1	06.10.2023 14:40:01	CHANNEL 1		7211	300 с	1220 мм	Пользователя
▼ 3	IDENT1	TAG1	06.10.2023 14:40:01	CHANNEL 2		7211	300 с	1220 мм	Пользователя
▼ 4	IDENT1	TAG1	31.10.2023 15:45:01	CHANNEL 1		2570	300 с	1220 мм	Пользователя
▼ 4	IDENT1	TAG1	31.10.2023 15:45:01	CHANNEL 2		2570	300 с	1220 мм	Пользователя

Рисунок 20 – наборы данных файла

В этой области отображаются все наборы данных файла данных.

Наборы данных можно отсортировать по:

1. Data set number (Номер набора данных)
2. Identifier (Идентификатор)
3. Tag. No. (Номер объекта)
4. Date and time (Дата и время)
5. Channel (Канал)
6. Units (Единицы измерения)
7. Rows of measurements (Ряды измерений)
8. Logging interval (время выборки)
9. Outside diameter (Внешний диаметр)
10. Medium (Среда)

в возрастающем и убывающем порядке. Треугольник символизирует критерий сортировки и направление. Просто наведите курсор мышки на заголовок столбца для выбора наименования сортировки и направление, нажав наименование заголовка.

Выделив файл курсором, нажмите правую кнопку мыши

Open (или дважды нажав выбранный набор данных мышкой)

Открывает в отдельном окне параметрическую запись набора данных, таблицу измерений и график

Delete

Удаляет выбранный набор данных из файла данных.

Properties

Объявляет свойства набора данных

Интересуемые выбранные наборы данных. Можно перетащить и бросить в другие лог файлы при помощи мышки.

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
					РУНС.170.00.000 РЭ					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Параметры записи

Parameter Record		Measurements
	Имя	Значение
1	SENSOR	KXX-9999
2	МАТЕРИАЛ ТРУБЫ	Углеродистая сталь
3	ВНЕШ. ДИАМЕТР	1220 мм
4	ВНУТР. ДИАМЕТР	12 мм
5	PIPE SOUND SPEED	3230 м/с
6	PIPE CIRCUMFERENCE	3832,743164 мм
7	ШЕРОХОВАТОСТЬ	0,1 мм
8	ЖИДКОСТЬ	Пользователя
9	KINEMATIC VISC.	1,01 мм ² /с
10	DYNAMIC VISC.	1,00899 г/мс
11	ПЛОТНОСТЬ	999 кг/м ³
12	MEDIUM SOUND SPEED	1405 м/с
13	ТЕМПЕРАТУРА	18 °C
14	PRESSURE	101325,007813 Па
15	OTHER	0
16	МАТЕРИАЛ ПОКР.	Нет

Рисунок 22 – Параметры записи данных

Здесь показаны установки параметрической записи выбранного набора данных для документирования.

4.10 Представление данных

Данные измерений выводятся в виде таблицы

Детализация набора данных																
Parameter Record		Measurements														
	Дата[дд/мм/гг]	Время[hh:mm:ss]	CH1[m ³ /ч]	CH1[m ³]	[m ³ *]	[m ³ -]	CH1[dB SNR (U)]	CH1[dB SNR (D)]	CH1[m/c Cx3e]	CH2[m ³ /ч]	CH2[m ³]	[m ³ *]	[m ³ -]	CH2[dB SNR (U)]	CH2[dB SNR (D)]	CH2[Cx3e]
1	04/10/23	11:00:01	0,000	0,000	0,000	0,000	52,52	52,53	1403,87	0,000	0,000	0,000	0,000	37,506	37,404	1405,000
2	04/10/23	11:05:00	0,000	0,000	0,000	0,000	52,546	52,578	1403,87	0,000	0,000	0,000	0,000	38,687	38,704	1405,000
3	04/10/23	11:10:01	0,000	0,000	0,000	0,000	46,124	46,134	1403,87	0,000	0,000	0,000	0,000	39,292	39,281	1405,000
4	04/10/23	11:15:00	0,000	0,000	0,000	0,000	49,313	49,328	1403,79	0,000	0,000	0,000	0,000	37,318	37,291	1405,000

Рисунок 22 – Табличное представление данных

Инв. №	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инв. №	Лист	РУНС.170.00.000 РЭ		42
												42		

График набора данных

Детали набора данных можно отобразить в отдельном окне двойным нажатием или открытием выбранного набора данных из списка набора данных. Результаты измерений выбранного набора данных (в этом примере набор данных – 8 параметров) показаны в виде графика.

Набор данных содержит более, чем одну колонку измерений (в нашем примере – 3 колонки/графика). Пользователь самостоятельно может выбирать или исключать колонки измерений по своему усмотрению.

Кроме того, все сравнимые наборы измеренных данных можно включить в график. Это сделано для того, чтобы иметь возможность сравнить значения, взятые в разное время, но дающие ценную информацию для пользователя (например, сравнивая результаты испытаний насоса).

Сравнимость набора данных обеспечивается, если нижеприведенное уравнение и параметры равны:

Сравнимость = Идентификатор и Объект и Единицы измерения и Время выборки и Внешний диаметр и Среда.

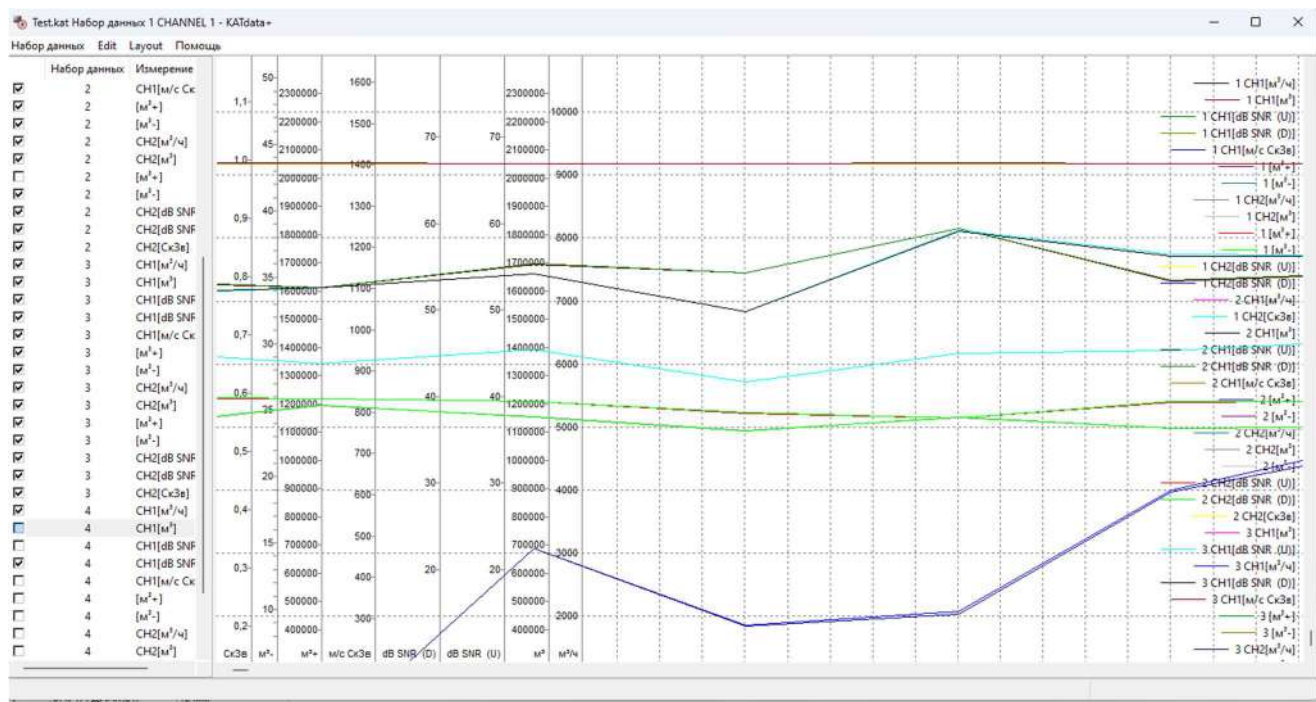


Рисунок 23 – Графическое представление данных

Инв. №	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

5.1 Необходимость вмешательства

Процессы измерений всех величин и их учёт с помощью расходомера производятся в автоматическом режиме и вмешательств не требуют. Поэтому со стороны пользователя нет необходимости в сложном специальном обслуживании. При включении расходомера в измерительные системы высокого уровня диагностика состояния проводится автоматически.

5.2 Периодичность осмотра

Введённый в эксплуатацию расходомер рекомендуется подвергать периодическому осмотру с целью контроля:

- работоспособности расходомера;
- соблюдения условий эксплуатации расходомера;
- наличия напряжения питания в заданных пределах;
- отсутствия внешних повреждений составных частей расходомера;
- надёжности электрических и механических соединений.

Периодичность осмотра зависит от условий эксплуатации, но не должна быть реже одного раза в две недели.

Рекомендуется периодически (с периодом в зависимости от условий эксплуатации) производить осмотр и очистку от возможных отложений, осадков, накипи внутренней поверхности ПЭП.

Несоблюдение условий эксплуатации расходомера, указанных в п. 1.2.3 и может привести к отказу прибора или превышению допустимого уровня погрешности измерений.

Внешние повреждения также могут привести к превышению допустимого уровня погрешности измерений. При появлении внешних повреждений изделия или кабеля питания, связи необходимо обратиться в сервисный центр или региональное представительство для определения возможности его дальнейшей эксплуатации.

Наличие напряжения питания расходомера определяется по наличию индикации, а работоспособность прибора – по содержанию индикации на дисплее расходомера. Возможные неисправности, индицируемые расходомером, указаны в руководстве по эксплуатации расходомера.

Наличие нестандартных ситуаций отражается также в регистре состояния расходомера. Под нестандартной ситуацией понимается событие, при котором обнаруживается несоответствие измеряемых параметров метрологическим возможностям расходомера или при котором измерения становятся невозможными вследствие нарушения условий измерения.

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ					44

Расходомер по виду исполнения и с учётом условий эксплуатации относится к изделиям, ремонт которых производится на специальных предприятиях либо на предприятии-изготовителе.

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

6 УПАКОВКА, ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

6.1 Расходомер упаковывается в индивидуальную тару категории КУ-2 по ГОСТ 23170 (ящик из гофрированного картона либо деревянный ящик).

6.2 Хранение расходомера должно осуществляться в упаковке изготовителя в сухом помещении в соответствии с требованиями группы 1 по ГОСТ 15150. Условия хранения:

- отсутствует прямое воздействие влаги;
- температура не выходит за пределы от минус 55 до 70 °С;
- влажность не превышает 98 % при температуре до 35 °С;
- 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.

6.3 Расходомеры могут транспортироваться автомобильным, речным, железнодорожным и авиационным транспортом (кроме негерметизированных отсеков) при соблюдении следующих условий:

- транспортировка осуществляется в заводской таре;
- отсутствует прямое воздействие влаги;
- температура не выходит за пределы от минус 55 до 70 °С;
- влажность не превышает 95 % при температуре до 35 °С;
- вибрация в диапазоне от 10 до 500 Гц с амплитудой до 0,35 мм или ускорением до 49 м/с²;
- удары со значением пикового ускорения до 98 м/с²;
- уложенные в транспорте изделия закреплены во избежание падения и соударений.

7 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

7.1 Маркировка на лицевой панели ПЭП и ВП содержит обозначение и наименование расходомера, товарный знак изготовителя, знак утверждения типа средства измерения. Заводской номер указан на шильдике, закреплённом на корпусе ВП.

7.2 Заводские номера других составных частей указываются либо на шильдике, либо наносятся краской непосредственно на корпус.

7.3 На корпус взрывозащищённого исполнения расходомера наносится маркировка взрывозащиты в соответствии с требованиями пункта 7 статьи 4 ТР ТС 012/2011.

- наименование изготовителя или его зарегистрированный товарный знак;
- обозначение типа оборудования;
- заводской номер;
- маркировку взрывозащиты;
- наименование или знак органа по сертификации и номер сертификата соответствия;
- предупредительные надписи:

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	РУНС.170.00.000 РЭ					Лист
										45
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

- 1) «Параметры искробезопасных цепей – см. Руководство по эксплуатации»;
- 2) «ОТКРЫВАТЬ, ОТКЛЮЧИВ ОТ СЕТИ».

Примеры маркировочных табличек представлены на рисунке 24.



ООО ПК «РУНА»
 первичный преобразователь K0Ex
 1Ex mb IIB T6 Gb X / IP68
 Ta = -50 ... +150 °C
 Зав. № Дата
 ОС ООО Центр «ПрофЭкс»
 RU C-RU.AЖ58.B.02595/22



ООО ПК «РУНА»
 вторичный преобразователь K170-ВП-Exd-Exi
 1Ex db e [ia Ga] IIB T6 Gb / IP66
 Ta = -60 ... +60 °C
 Зав. № Дата
 ОС ООО Центр «ПрофЭкс»
 RU C-RU.AЖ58.B.02595/22

Рисунок 24 – Примеры маркировочных табличек

7.4 Специальные условия применения:

Знак «X» за Ex-маркировкой взрывозащиты указывает на специальные условия применения, заключающиеся в следующем:

- корпус изготавливается из алюминиевого сплава, в связи с этим при установке во взрывоопасной зоне класса 0 должны быть приняты меры предосторожности во избежание опасности фрикционных искр, образующихся при трении или соударении;

- приборы должны комплектоваться кабельными вводами и (или) заглушками во взрывозащищённом исполнении, которые имеют действующие сертификаты соответствия и соответствующие уровень взрывозащиты, степень защиты оболочки от внешних воздействий (IP), диапазон температур окружающей среды при эксплуатации не ниже параметров, указанных в п. 1.2.3, 1.2.4.

- тип резьбы и размер кабельного ввода указываются в эксплуатационной документации изготовителя, поставляемой потребителю.

ВНИМАНИЕ! при ремонте применять только оригинальные запасные части. Все работы, связанные с заменой запасных частей, могут выполняться только с разрешения производителя и только персоналом, прошедшим обучение и аттестацию производителя. Несанкционированное изменение конструкции, применение неоригинальных запасных частей делает оборудование непригодным для эксплуатации в взрывоопасных средах и влечет за собой отмену гарантийных обязательств.

7.5 Для защиты от несанкционированного доступа при транспортировке, хранении или эксплуатации корпус ВП может быть опломбирован.

Инд. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
											46

8. Гарантийные обязательства

8.1 Изготовитель гарантирует соответствие изделий требованиям заявленным характеристикам при соблюдении условий транспортирования, хранения, обслуживания, инструкции по монтажу и эксплуатации.

8.2 Гарантийный срок эксплуатации составляет 18 месяцев со дня ввода в эксплуатацию, но не более 24 месяцев со дня поставки.

8.3 Гарантийный (назначенный) срок хранения составляет 5 лет при условии соблюдения правил хранения, указанных в п.6.2.

8.4 В течение гарантийного срока эксплуатации изготовитель должен проводить безвозмездно замену или ремонт вышедших из строя комплектующих или изделия в целом, если потребитель не нарушал правил монтажа и условий эксплуатации, указанных в эксплуатационных документах.

8.5 Средняя наработка на отказ составляет 63000 часов, средний срок службы - 12 лет.

Инв. №	Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ		
								Лист
								47

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Описание основного меню расходомера

Таблица А.1 – Структура меню и описание установок расходомера

Основное меню	1-й уров. меню	2-й уров. меню	Описание/установки
Quick Start (Быстрый старт)			
Setup Wizard Single (Одноканальный Мастер настройки)			
		Units Единицы измерения	Выберите из списка ↑↓ m/s (м/с) f/s (фут/с) in/s (дюйм/с) m ³ /h (м ³ /ч) m ³ /min (м ³ /мин) m ³ /s (м ³ /с) l/h (л/ч) l/min (л/мин) l/s (л/с) USgall/h (галлон/ч) USgall/min (галлон/мин) USgall/s (галлон/с) bbl/d (баррели/сут) bbl/h (баррели/ч) bbl/min (баррели/мин) g/s (г/с) t/h (т/ч) kg/h (кг/ч) kg/min (кг/мин)
		Pipe material Материал трубы	Выберите из списка ↑↓ Stainless steel (нержавеющая сталь) Carbon steel (углеродистая сталь) Ductile cast iron (ковкий чугун) Grey cast iron (серый чугун) Copper (медь) Lead (свинец) PVC (ПВХ) PP (полипропилен) PE (полиэтилен) ABS (АБС - акрилонитрилбутадиенстирол) Glass (стекло) Cement (цемент) User (пользователя, скорость звука в трубе)
		Pipe c-speed Скорость звука в трубе	<i>(Только, если выбран материал трубы пользователя)</i> 600 ... 6553,5 м/с
		Outside diameter Внешний диаметр	6 ... 6500 мм
		Wall thickness Толщина стенки трубы	0,5 ... 75 мм
		Fluid Жидкость	Выберите из списка ↑↓ Water (вода) Salt water (соленая вода) Acetone (ацетон) Alcohol (спирт) Ammonia (аммиак) Carbon Tet (тетрахлорид углерода) Ethanol (Этанол) Ethyl alcohol (Этиловый спирт) Ethyl ether (Этиловый эфир) Ethylene glycol (Этилен гликоль) Glycol/water 50% (гликоль/вода 50%) Kerosene (Кирозин) Methanol (Метанол) Methyl alcohol (Метиловый спирт) Milk (молоко) Naphtha (нафта) Car oil (автомобильное масло) Freon R134a (Фреон R134a) Freon R22 (Фреон R22) Hydrochloric acid (соляная кислота) Sour cream (сметана) Sulphuric acid (серная кислота) Toluene (толуол) Vinyl chloride (винилхлорид) User (пользователя – кинематическая вязкость, плотность, скорость звука в среде)
		Kinematic viscosity (Кинематическая вязкость)	<i>Только, если выбрана жидкость пользователя</i> 0,001 ... 30000 мм ² /с
		Density (Плотность)	<i>Только, если выбрана жидкость пользователя</i> 100 ... 2000 кг/м ³
		Medium cspeed (Скорость звука среды)	<i>Только, если выбрана жидкость пользователя</i> 800 ... 3500 м/с

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

		Temperature (Температура)	-30 ... 300 °C
		Liner Material (Материал внутреннего покрытия)	Выберите из списка ↑↓ None (Нет) Epoxy (Эпоксидная смола) Rubber (Резина) PVDF (ПВДФ; поливинилиденфторид) PP (полипропилен) Glass (стекло) User (пользователя, скорость звука покрытия)
		Liner c-speed (Скорость звука покрытия)	Только, если выбрано покрытие пользователя 800 ... 8553,0 м/с
		Liner thickness (Толщина покрытия)	Только, если выбрано покрытие пользователя 1,0 ... 99,0 мм
		Passes (Проходы)	Выберите из списка ↑↓ Auto (Авто) 1 2 3 4 5 6 И т.д.
		Sensor type (Тип датчика)	Индикация типа датчика и серийного номера при автоматическом обнаружении, иначе Выберите из списка ↑↓ K1 K4 M...Q Special (Специальный)
		Sensor frequency (Частота датчика)	SP1, только для специальных, неопознанных датчиков
		Wedge angle (Угол клина)	SP2, только для специальных, неопознанных датчиков
		Wedge c-speed 1 (Скорость звука клина 1)	SP3, только для специальных, неопознанных датчиков
		Wedge c-speed 2 (Скорость звука клина 2)	SP4, только для специальных, неопознанных датчиков
		Crystal offset Смещение кристалла	SP5, только для специальных, неопознанных датчиков
		Spacing offset Смещение зазора	SP6, только для специальных, неопознанных датчиков
		Zero flow offset Смещение нулевого потока	SP7, только для специальных, неопознанных датчиков
		Upstream offset Смещение по течению	SP8, только для специальных, неопознанных датчиков
Setup WizardDual (Двухканальный Мастер настройки)			
			Как одноканальный мастер настройки для канала 1
			Повторите для канала 2
Start Measurement (Старт измерения)			
		Sensor type Тип датчика	Индикация типа датчика и серийного номера при автоматическом обнаружении, иначе Выберите из списка ↑↓ K1 K4 M Q Special (Специальный)

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
	Изм	Лист	№ докум.	Подп. Дата

		SP 1 ... SP 8	Только для специальных, неопознанных датчиков
		Sensor placement Расположение датчиков	
Installation (Установка)			
Pipe (Труба)			
		Material (Материал)	Выберите из списка материалов трубы ↑↓
		Outside diameter Внешний диаметр	6 ... 6500 мм
		Wall thickness Толщина стенки трубы	0,5 ... 75 мм
		Pipe c-speed Скорость звука в трубе	600 ... 6553,5 м/с
		Pipe circumference Диаметр окружности	18,8 ... 20420,4 мм
		Roughness Шероховатость	0,0 ... 10 мм
Medium (Среда)			
		Fluid (Жидкость)	Выберите из списка сред ↑↓
		Kinematic viscosity Кинематическая вязкость	0,001 ... 30000 мм ² /с
		Density (Плотность)	100 ... 2000 кг/м ³
		C-speed Скорость звука	800 ... 3500 м/с
		Temperature Температура	-30 ... 300 °C
Lining (Внутреннее покрытие)			
		Material (Материал)	Выберите из списка материалов покрытия ↑↓
		Thickness (Толщина)	1,0 ... 99,0 мм
		C-speed Скорость звука	600 ... 6553,0 м/с
Passes (Проходы)			
		Passes (Проходы)	Выберите из списка ↑↓
Output (Выход)			
Display (Дисплей)			
		Units (Единицы)	Выберите из списка единиц измерения ↑↓
		Damping Усреднение	Чем больше коэффициент усреднения, тем больше сглаживает вывод на дисплей, 1 ... 255 с
Current (Ток)			
		Mode (Режим)	Yes (Да) – Токовый выход включен No (Нет) – Токовый выход выключен
		Min Value Миним. значение	Минимальное значение рабочей переменной (РП), соответствующей 0/4 mA
		Max Value Максим. значение	Максимальное значение рабочей переменной (РП), соответствующей 20 mA
		Damping Усреднение	Чем выше коэффициент усреднения, тем более сглаженный токовый выход 1 ... 255 с
Open Collector (Открытый коллектор)			

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.

		Mode (Режим)	Yes (Да) – Импульсный выход включен No (Нет) – Импульсный выход выключен
		Pulse Value Вес импульса	Значение сумматора выбранной РП, при котором генерируется импульс, например РП = [м ² /ч], Вес им-пульса = 10, импульс выводится каждые 10 м ² 0,01 ... 1000
		Pulse Width Ширина импульса	Ширина импульса 30 ... 999 мс
		Calc. Max Макс. Расчет.	Это – расчетное максимальное число импульсов в секунду, т.е. макс. скорость импульсов в Гц
Relay (Реле)			
		Mode (Режим)	Off (выкл.) – Постоянно выкл. On (вкл.) – Постоянно запитан Alarm (тревога) – Переключатель тревоги РП Fault (ошибка) – назначенные системные ошибки, см. список сообщений об ошибках
		On Point Точка включения	Значение РП, при котором реле включается, находясь в режиме тревоги
		Off Point Точка выключения	Значение РП, при котором реле выключается, находясь в режиме тревоги
Input (Вход)			
Temperature (Температура)			
		Source Источник	Fixed (фиксир.) – необходимо ввести фиксированное значение температуры RT100 – Значение считывается с датчика температуры RT100 в °C
		Value (Значение)	Введите фиксированное значение температуры 0 ... 250 °C
System (Система)			
Instrument info (Информация о приборе)			
		Model Code Код модели	200
		Serial No. (сер.№)	Например: 20000003
		HW Revision Версия апп.обесп.	Например: 1.0, 1.0
		SW Revision Версия прог.обесп.	Например: 1.0, 1.0
Calculation (Вычисление)			
		Low F Cut Нижняя отсечка	± Отсечка нижней скорости потока 0 ... 0,25 м/с
		Max F Cut Верхняя отсечка	± Отсечка верхней скорости потока 0 ... 30 м/с
		Corrected Корректировка	Применяется коррекция профиля скорости потока Yes (Да) No (Нет)
		PV Offset Смещение РП	Калибровка смещения нуля рабочей переменной -30 ... 30 единиц
		PV Scaling Градиент РП	Калибровка градиента рабочей переменной 0 ... 1000 единиц
Zero Cal (Установки калибровки нуля)			
		Zero Ноль	Выполнить автоматическую калибровку нуля Yes (Да) No (Нет)
		Track Отслеживание	Отслеживание смещения нуля Yes (Да) No (Нет)

Инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

		Delta Дельта	Временной сдвиг дельты нулевого потока в нс, читается из ППЗУ датчика или вводится вручную для специальных датчиков
		Timeout Задержка	Сдвиг времени прохождения по потоку в мкс, разрешает фиксированные задержки в специальных датчиках, буферных вставках и удлинительных кабелях.
User (Пользователь)			
		Identifier Идентификатор	Например: Насос РЗА Цифробуквенная строка из 9 символов
		Tag No. Маркировка	Например: 1AE-3011 Цифробуквенная строка из 9 символов
Test (тест)			
		Test Mode Тестовый режим	Симуляция системы регулирования: увеличение в течении 60 с скорости потока с 0 м/с до запрограммированной Max F Cut (максимальной отсечки) и последующее снижение в течении следующих 60 секунд, т.е. рабочая переменная пройдет все возможные значения. Все сконфигурированные выходы будут выполнять запрограммированные функции. Yes (Да) No (Нет)
Settings (установки)			
		Date (дата)	Например: 03/10/07
		Time (время)	Например: 09:27:00
		Date Format Формат даты	Выберите из списка ↑ ↓ dd/mm/yy (дд/мм/гг) mm/dd/yy (мм/дд/гг) yy/mm/dd (гг/мм/дд)
		Language Язык	Выберите из списка ↑ ↓ English German French Spanish Russian
		Keypad	Разрешает звук при нажатии клавиш Yes (Да) No (Нет)
		Defaults (по умолчанию)	Загружает заводские установки, за исключением даты и времени Yes (Да) No (Нет)
Diagnostics (Диагностика)			
		Temperature Температура	Показывает температуру контрольного устройства
		Log Memory Сведения о памяти	Процентный остаток неиспользованной регистратором памяти
Datalogger (Регистратор)			
		Interval Интервал	Нулевое значение выключает регистратор, ненулевое включает регистратор и определяет период регистрации. Переход от нулевого значения к ненулевому очищает память регистратора. 0 ... 999 с
		Overwrite Перезапись	При переполнении памяти, т.е. когда остается 0 %, регистратор начинает запись данных с начала памяти с затиранием старых данных. Yes (Да) No (Нет)
		Low Memory Заканчивается память	Предупреждающий выход: Количество свободной памяти, при котором расходомер начинает выдавать звуковое предупреждение. 0 ... 100 %
		Log Download Выгрузка регистратора	Выгрузка содержимого регистратора через выбранный порт связи.

Инд. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Serial Comm (Последовательная связь)			
		Mode Режим	Выберите из списка ↑ ↓ None (нет) Printer (принтер) Diagnostic (диагностика) Log download (выгрузка регистратора)
		Baud Скорость обмена	Выберите из списка ↑ ↓ 2400 9600 (по умолчанию) 19200
		Parity Четность	Выберите из списка ↑ ↓ None (нет) Even - четное (по умолчанию) Odd - нечетное
		Type Тип	Выберите из списка ↑ ↓ None (нет) RS232

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

РУНС.170.00.000 РЭ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Протокол обмена

Для обмена данными в сети нужны, как минимум, два устройства. Одно из них - главное устройство MASTER (в дальнейшем будем называть его ЗАКАЗЧИК), которое может начать обмен данными, отправив в сеть пакет с инструкциями, а другое - подчиненное устройство SLAVE (в дальнейшем будем называть его ИСПОЛНИТЕЛЬ), которое обрабатывает принятые инструкции. Порядок обмена данными в сети называется протоколом обмена.

Протокол необходимая часть работы системы. Он определяет как ЗАКАЗЧИК и ИСПОЛНИТЕЛЬ устанавливают и прерывают контакт, как идентифицируются отправитель и получатель, каким образом происходит обмен сообщениями, как обнаруживаются ошибки. Протокол управляет циклом запроса и ответа, который происходит между устройствами ЗАКАЗЧИК и ИСПОЛНИТЕЛЬ.

Протокол подразумевает, что в сети один ЗАКАЗЧИК и до 247 ИСПОЛНИТЕЛЕЙ. Хотя протокол и поддерживает до 247 ИСПОЛНИТЕЛЕЙ, драйвер двухпроводной линии RS-485 обычно поддерживает 32 ИСПОЛНИТЕЛЯ. Каждому ИСПОЛНИТЕЛЮ присвоен уникальный адрес устройства в диапазоне от 1 до 247.

Только ЗАКАЗЧИК может инициировать транзакцию. Транзакции бывают либо типа запрос/ответ (адресуется только один ИСПОЛНИТЕЛЬ), либо широковещательные - без ответа (адресуются все ИСПОЛНИТЕЛИ). Транзакция содержит один кадр запроса и один кадр ответа, либо один кадр широковещательного запроса.

Некоторые характеристики протокола Modbus фиксированы. К ним относятся формат кадра, последовательность кадров, обработка ошибок и исключительных ситуаций, и выполнение функций.

Другие характеристики выбираются пользователем. К ним относятся тип связи, скорость обмена, проверка на четность и число стоповых бит, Эти параметры не могут быть изменены во время работы системы.

При передаче по линиям данных, сообщения помещаются в «конверт». «Конверт» покидает устройство через «порт» и «пересылается» по линиям адресуемому устройству. Протокол Modbus описывает «конверт» в форме кадров сообщений. В сообщении есть АДРЕС получателя, ФУНКЦИЯ, которую получатель должен выполнить, ДАННЫЕ, необходимые для выполнения этой функции, и КОНТРОЛЬНАЯ СУММА для контроля достоверности.

Когда сообщение достигает ИСПОЛНИТЕЛЯ, он вскрывает конверт, читает сообщение, и, если не возникло ошибок, выполняет требуемую задачу. Затем ИСПОЛНИТЕЛЬ помещает в конверт ответное сообщение и посылает его ЗАКАЗЧИКУ. В ответном сообщении есть АДРЕС устройства, ФУНКЦИЯ, которая была выполнена, ДАННЫЕ, полученные в результате выполнения задачи, и КОНТРОЛЬНАЯ СУММА для контроля достоверности.

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
											54

Если сообщение было широковещательным (сообщение для всех ИСПОЛНИТЕЛЕЙ), на что указывает адрес 0, то ответное сообщение не передается.

Обычно ЗАКАЗЧИК посылает следующее сообщение другому ИСПОЛНИТЕЛЮ после приема корректного ответа, либо после истечения времени ожидания ответа (тайм-аута). Все сообщения могут рассматриваться как запросы ЗАКАЗЧИКА, генерирующие ответные сообщения ИСПОЛНИТЕЛЯ. Широковещательные сообщения могут рассматриваться как запросы, не требующие ответных сообщений.

Б.1 Режимы передачи

Режим передачи определяет структуру отдельных блоков информации в сообщении и системы счисления, используемую для передачи данных. В системе Modbus существуют два режима передачи ASCII и RTU (Remote Terminal Unit). Мы используем режим передачи RTU, поэтому будем описывать протокол Modbus-RTU.

В режиме RTU данные передаются непрерывным потоком в виде 8-разрядных двоичных символов.

Б.2 Обнаружение ошибок

Существует два типа ошибок, которые могут возникать в системах связи: ошибки передачи и программные или оперативные ошибки. Система Modbus имеет способы определения каждого типа ошибок.

Ошибки связи обычно заключаются в изменении бита или бит сообщения. Например, байт 0001 0100 может измениться на 0001 0110. Ошибки связи выявляются при помощи символа кадра, контроля по четности и избыточным кодированием.

Когда обнаруживается ошибка кадрирования, четности и контрольной суммы, обработка сообщения прекращается. ИСПОЛНИТЕЛЬ не должен генерировать ответное сообщение. Тот же результат будет, если был использован адрес несуществующего ИСПОЛНИТЕЛЯ.

Если возникает ошибка связи, данные сообщения ненадежны. Устройство ИСПОЛНИТЕЛЬ не может с уверенностью определить, что сообщение было адресовано именно ему. Иначе ИСПОЛНИТЕЛЬ может ответить сообщением, которое не является ответом на исходный запрос. Устройство ЗАКАЗЧИК должно программироваться так, чтобы в случае не получения ответного сообщения в течение определенного времени, ЗАКАЗЧИК должен фиксировать ошибку связи. Продолжительность этого времени зависит от скорости обмена, типа сообщения, и времени опроса ИСПОЛНИТЕЛЯ. По истечению этого периода, ЗАКАЗЧИК должен быть запрограммирован на ретрансляцию сообщения.

Для обеспечения качества передачи данных система Modbus обеспечивает несколько уровней обнаружения ошибок. Для обнаружения множественного изменения битов сообщения система использует избыточный контроль: CRC. Обнаружение ошибок с помощью CRC выполняется автоматически.

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
					РУНС.170.00.000 РЭ					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Б.3 Кадровая синхронизация

В режиме RTU началом нового кадра является тишина в сети в течение времени прохождения 3.5 символов ($T+T+T+T/2$, где T – время прохождения символа при выбранной скорости приёма/передачи данных). ИСПОЛНИТЕЛЬ считает время после прихода символа, и если прошло время, равное периоду следования 3.5 символов, то обрабатывает принятые данные. Следующий принимаемый байт - это адрес устройства в новом сообщении.

Таблица Б.1 – Формат кадра сообщения в режиме RTU

T+T+T+T/2	Адрес	Функция	Данные	Контрольная сумма	T+T+T+T/2
	8 бит	8 бит	N * 8 бит	16 бит	

Б.3.1 Поле адреса

Поле адреса следует сразу за началом кадра и состоит из одного 8-разрядного символа. Эти биты указывают адрес устройства, которое должно принять сообщение, посланное ЗАКАЗЧИКОМ. Каждый ИСПОЛНИТЕЛЬ должен иметь уникальный адрес, и только адресуемое устройство может ответить на запрос, который содержит его адрес. В ответном сообщении адрес информирует ЗАКАЗЧИКА, с каким ИСПОЛНИТЕЛЕМ установлена связь. В широковещательном режиме используется адрес 0. Все ИСПОЛНИТЕЛИ интерпретируют такое сообщение как выполнение определенного действия, но без посылки подтверждения.

Б.3.2 Поле функции

Поле кода функции указывает адресуемому ИСПОЛНИТЕЛЮ, какое действие выполнить. Коды функций Modbus специально разработаны для связи ПК и промышленных коммуникационных систем Modbus.

Старший бит этого поля устанавливается в единицу ИСПОЛНИТЕЛЕМ в случае, если он хочет просигнализировать ЗАКАЗЧИКУ, что ответное сообщение содержит ошибку. Этот бит остается нулём, если ответное сообщение повторяет запрос или в случае нормального сообщения.

Таблица Б.2 – Коды используемых функций Modbus

Код	Название	Действие
03	READ HOLDING REGISTERS	Получение текущего значения одного или нескольких регистров хранения.
06	FORCE SINGLE REGISTER	Запись нового значения в регистр.
16	FORCE MULTIPLE REGISTERS	Установить новые значения нескольких последовательных регистров.

Инд. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.

Б.3.3 Поле данных

Поле данных содержит информацию, необходимую ИСПОЛНИТЕЛЮ для выполнения указанной функции, если это запрос, или содержит данные, подготовленные ИСПОЛНИТЕЛЕМ, если это ответ на запрос. Данные передаются старшим байтом вперёд (1→0). Если передаётся 4-байтовое число (2 регистра) с плавающей запятой, то в каждом из 2-х регистров порядок следования байт тоже старшим байтом вперёд (1→0→3→2).

Б.3.4 Поле контрольной суммы

Это поле позволяет ЗАКАЗЧИКУ и ИСПОЛНИТЕЛЮ проверять сообщение на наличие ошибок. Иногда, вследствие электрических помех или других воздействий, сообщение при пересылке от одного устройства к другому может незначительно измениться. Результат проверки контрольной суммы укажет ИСПОЛНИТЕЛЮ или ЗАКАЗЧИКУ реагировать или нет на такое сообщение. Это увеличивает надежность и эффективность систем MODBUS.

В Modbus-RTU применяется циклический код CRC-16 (Cyclic Redundancy Check). Сообщение (только биты данных, без учета старт/стоповых бит и бит четности) рассматриваются как одно последовательное двоичное число, у которого старший значащий бит (MSB) передается первым. Сообщение умножается на X16 (сдвигается влево на 16 бит), а затем делится на X16+X15+X2+1, выражаемое как двоичное число (11000000000000101). Целая часть результата игнорируется, а 16-ти битный остаток (предварительно инициализированный единицами для предотвращения случая, когда все сообщение состоит из нулей) добавляется к сообщению как два байта контрольной суммы. Полученное сообщение, включающее CRC, затем в приемнике делится на тот же полином (X16+X15+X2+1). Если ошибок не было, остаток от деления должен получиться нулевым. Получатель сообщения должен рассчитать CRC-код и сравнить его с полученным кодом. Вся арифметика выполняется по модулю 2 (без переноса).

Б.4 Исключительные ситуации

Таблица 0.1 – Коды ошибок

Код	Название	Смысл
01	ILLEGAL FUNCTION	Функция в принятом сообщении не поддерживается на данном ИСПОЛНИТЕЛЕ.
02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес, указанный в поле данных, является недопустимым для данного ИСПОЛНИТЕЛЯ.
03	ILLEGAL DATA VALUE	Значения в поле данных недопустимы для данного ИСПОЛНИТЕЛЯ.
04	SLAVE DEVICE FAILURE	ИСПОЛНИТЕЛЬ не может записать данные во FLASH память.

Инд. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					Лист
					РУНС.170.00.000 РЭ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Функции протокола

Цель данного раздела - определить общий формат соответствующих команд, доступных программисту системы MODBUS. В разделе описаны формат каждого запросного сообщения, выполняемая функция и формат нормального ответного сообщения.

В.1 Функция 03 (Чтение регистров/Read Holding Registers)

Применяется для чтения двоичного содержания регистров ИСПОЛНИТЕЛЯ.

ЗАПРОС:

Сообщение запроса специфицирует начальный регистр и количество регистров для чтения. Нумерация регистров начинается с 0 (регистры 1-16 нумеруются как 0-15).

Таблица 0.2 – Запрос на чтение регистров 42-43 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	03	03
2	[1]	Начальный адрес	000В	00
3	[0]			0В
4	[1]	Количество регистров	0002	00
5	[0]			02
6	[1]	Контрольная сумма	В5С9	В5
7	[0]			С9

ОТВЕТ:

Данные регистров в ответе передаются как два байта на регистр. Байты регистров передаются старшим байтом вперёд. Количество регистров передаваемых за одно обращение определяется возможностями ИСПОЛНИТЕЛЯ.

Инв. №	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Инв. № дубл.	Подп. и дата
	Инв. № дубл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РУНС.170.00.000 РЭ	Лист
						58

Таблица 0.3 – на команду чтение регистров 42-43 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	03	03
2		Счётчик байт	04	
3	[1]	Данные регистр 11	0000	00
4	[0]			00
5	[1]	Данные регистр 12	D20F	D2
6	[0]			0F
7	[1]	Контрольная сумма	E697	E6
8	[0]			97

В.2 Функция 06 (Запись одного регистра/Preset Single Register)

Применяется для записи значения в единичный регистр. При ширококвещательной передаче на всех ИСПОЛНИТЕЛЯХ устанавливается один и тот же регистр.

Обычно используется для первоначальной установки адреса ИСПОЛНИТЕЛЯ.

ЗАПРОС:

Запрос содержит ссылку на регистр, который необходимо установить и значение, которое надо в него записать.

Таблица 0.4 – Запрос на запись регистра 00 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	06	06
2	[1]	Адрес регистра	0000	00
3	[0]			00
4	[1]	Данные	0100	01
5	[0]			00
6	[1]	Контрольная сумма	885A	88
7	[0]			5A

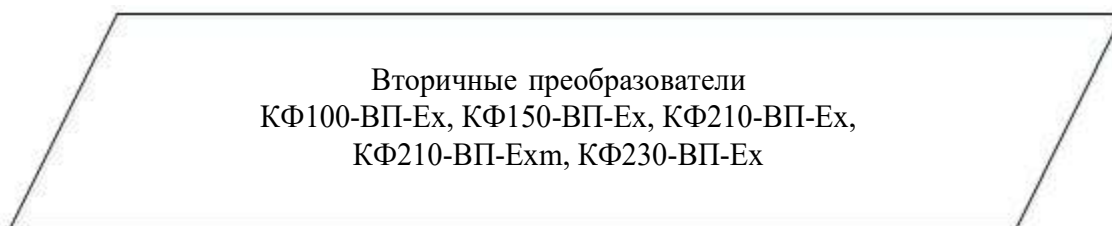
ОТВЕТ:

Нормальный ответ повторяет запрос.

Подп. и дата
 Инв. № дубл.
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. №

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Г.1 Схема обеспечения взрывозащиты с вынесенным вторичным преобразователем из взрывоопасной зоны.



Взрывобезопасная зона

Взрывоопасная зона



Первичные преобразователи

Взрывозащита вида «т»	К0Ех, К1Ех, К4Ех	(расш. температурный диапазон)
Взрывозащита вида «q»	К0Т, К1Т, К4Т	(высокотемпературные)

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

РУНС.170.00.000 РЭ

Г.2 Схема обеспечения взрывозащиты при размещении
вторичных преобразователей во взрывоопасной зоне

Взрывобезопасная зона

Взрывоопасная зона

Вторичные преобразователи КФ150-ВП-Ехd,
КФ-170-ВП-Ехd, КФ200-ВП-Ех, КФ210-ВП-
Ех, КФ210-ВП-Ехm, КФ230-ВП-Ех

Клеммная коробка

ПЭП1

ПЭП3

ПЭП4

ПЭП2

Первичные преобразователи

Взрывозащита вида «m»
Взрывозащита вида «q»

К0Ех, К1Ех, К4Ех (расш. температурный диапазон)
К0Т, К1Т, К4Т (высокотемпературные)

Инд. №	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп. Дата

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

РУНС.170.00.000 РЭ