



ОКПД2 26.51.70.190

Утверждено

ВМПЛ1.456.014 РЭ-ЛУ

КОМПЛЕКС ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ 500»

Руководство по эксплуатации
ВМПЛ1.456.014 РЭ

Алматы (7273)495-231
Ангарск (3955)60-70-56
Архангельск (8182)63-90-72
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Благовещенск (4162)22-76-07
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Владикавказ (8672)28-90-48
Владимир (4922)49-43-18
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Россия +7(495)268-04-70

Иваново (4932)77-34-06
Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Коломна (4966)23-41-49
Кострома (4942)77-07-48
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Курган (3522)50-90-47
Липецк (4742)52-20-81
Казахстан +7(7172)727-132

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новоборск (3496)41-32-12
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Петрозаводск (8142)55-98-37
Псков (8112)59-10-37
Пермь (342)205-81-47
Киргизия +996(312)96-26-47

Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Саранск (8342)22-96-24
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Сургут (3462)77-98-35
Сыктывкар (8212)25-95-17
Тамбов (4752)50-40-97
Тверь (4822)63-31-35

Тольятти (8482)63-91-07
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)33-79-87
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Улан-Удэ (3012)59-97-51
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Чебоксары (8352)28-53-07
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Чита (3022)38-34-83
Якутск (4112)23-90-97
Ярославль (4852)69-52-93

Сокращения

АСУТП – автоматизированная система управления технологическими процессами
БИ – блок интерфейсный
БИЗ – барьер искрозащитный
БП – блок питания постоянного тока
БЭР – блок электроники расходомера
БЭР-ВР – блок электроники внешнего вычислителя (корректора) расхода
ВПИ – верхний предел измерений
DN – номинальный диаметр
ДД – датчик давления
ДПД – датчик перепада давления
ДПЭ – датчик пьезоэлектрический
ДТ – датчик температуры
ИБП – источник бесперебойного питания постоянного тока
ИУ – измерительный участок без фланцев
КИУ – комплекс измерительный ультразвуковой
КПС – кабель питания и связи
КР – коробка распределительная
МП – методика поверки
МС – магазин сопротивлений
ПНР – пуско-наладочные работы
ПО – программное обеспечение
ППО – пользовательское программное обеспечение
ПУ – прямой участок
РЭ – руководство по эксплуатации
СИ – средство измерения
СИР – сигнальный индикатор режимов
СТК – служба технического контроля
ТПК – технологический компьютер
ТО – техническое обслуживание
ТС – термопреобразователь сопротивления
ТУ – технические условия
ФИУ – фланцевый измерительный участок
ФП – формирователь потока
ФО – формуляр
ЧМ – частотомер
ЭД – эталон давления
ЭТ – эталон температуры

Настоящее Руководство по эксплуатации (далее - РЭ) описывает правила и процедуру эксплуатации ультразвуковых измерительных комплексов «-500» (далее - «измерительный комплекс», «КИУ», «прибор», «комплекс «-500») исполнений ВМПЛ1.456.014-01 (далее - «исполнение «01») и ВМПЛ1.456.014-02 (далее - «исполнение «02») производства «НПО «».

РЭ разработано в соответствии с ГОСТ Р 2.610-2019 и содержит общую информацию о конструкции, возможных вариантах исполнения, характеристиках, принципах работы и функционировании как всей системы, так и ее составных частей. Приведены применяемые методики измерений и расчётов, данные по транспортированию и хранению, процедуры монтажа/ демонтажа, технического обслуживания, поиска и устранения типовых неисправностей.

К монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию изделия допускается персонал, прошедший необходимый инструктаж по технике безопасности и обученный по специальной программе Изготовителя, предусматривающей изучение свойств, состава, устройства и работы измерительного комплекса, правил техники безопасности, эксплуатации и обслуживания согласно настоящему РЭ.

Соблюдение требований, изложенных в РЭ, является обязательным условием для обеспечения надёжной и корректной работы измерительного комплекса.

Предприятие-изготовитель может вносить в конструкцию изделий и их составных частей изменения, не влияющие на метрологические характеристики и условия взрывозащиты, без отражения их в настоящем РЭ.

1 Описание и работа

1.1 Описание и работа изделия

1.1.1 Назначение изделия

Взрывозащищённые комплексы «-500» исполнений «01», «02» ВМПЛ1.456.014 изготавливаются по ВМПЛ1.456.014 ТУ и предназначены для измерений усреднённого объёмного расхода и объёма природного газа, воздуха и других однокомпонентных и многокомпонентных газов, находящихся в однофазном состоянии с приведением его к стандартным условиям в соответствии с ГОСТ 2939-63 по методам ГОСТ Р 8.662-2009, ГОСТ 30319.2-2015, ГОСТ 30319.3-2015, ГСССД МР 112-2003, ГСССД МР 113-2003, ГСССД МР 118-2005. Данные измерительные комплексы используются на узлах коммерческого учёта газа, в химической и нефтегазовой промышленности, в технологических процессах, требующих определения расхода газа, а также при лабораторных исследованиях.

Комплекс «-500» исполнения «01» имеет фланцевый преобразователь расхода (см. **Рисунок 1**) и может быть оборудован двумя, четырьмя или восемью измерительными каналами, расположенными в одной или двух плоскостях (см. **Рисунок 4**).

Комплекс «-500» исполнения «02» имеет бесфланцевый преобразователь расхода для монтажа на стыковую трубу под сварку и оборудуется восемью измерительными каналами (см. **Рисунок 2**).

Каждый измерительный канал образован парой ультразвуковых электроакустических преобразователей (далее - пьезоэлектрические датчики, ДПЭ).

Для обеспечения функции дублирования средств измерений (далее - СИ) КИУ обоих исполнений допускается:

- применение двух блоков электроники (далее – БЭР) с интегрированными вычислителями (корректорами) расхода и независимыми каналами измерения расхода, давления и температуры на одном преобразователе расхода;
- применение одного основного БЭР с интегрированным вычислителем (корректором) расхода и одного блока внешнего вычислителя (корректора) расхода (далее – БЭР-ВР) с независимыми каналами измерения давления и температуры и общим с основным БЭР каналом измерения расхода на одном преобразователе расход;
- последовательная установка двух КИУ «-500» исполнений «01», «02» на одном измерительном трубопроводе

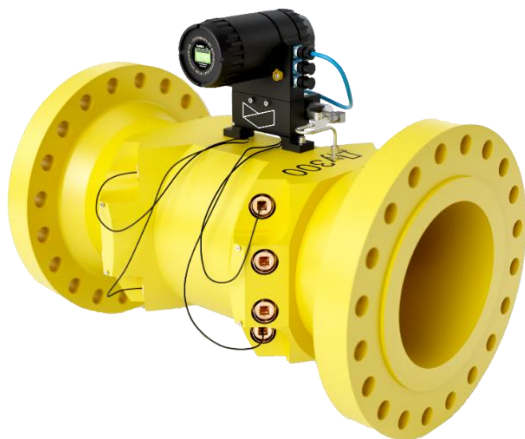


Рисунок 1 – Комплекс измерительный ультразвуковой «-500», исполнение «01»



Рисунок 2 – Комплекс измерительный ультразвуковой «-500», исполнение «02»

Для проведения пересчётов к стандартным условиям используются данные текущих измерений, получаемые с входящих в состав комплекса датчика давления (далее – ДД) и термопреобразователя сопротивления (далее – ТС, датчик температуры, ДТ) транспортируемой среды.

Программное обеспечение КИУ «-500» состоит из встроенного программного обеспечения средства измерения БЭР/ БЭР-ВР (далее – ПО СИ) и пользовательского программного обеспечения (далее – ППО) **V-flow**.

Конфигурированный измерительный комплекс обеспечивает вывод и трансляцию информации об измеренных значениях давления, температуры, расхода и объёма измеряемой среды в цифровом виде:

- на встроенный индикатор БЭР/ БЭР-ВР;
- на внешние устройства по линии связи.

На встроенный индикатор БЭР/ БЭР-ВР выводятся следующие параметры:

- текущие дата и время (год, месяц, число, час, минуты, секунды);
- текущее абсолютное давление, МПа;
- текущая температура рабочей среды, °С;
- расход в рабочих условиях, м³/ч (для БЭР-ВР данные передаются с БЭР);
- расход в стандартных условиях, м³/ч;
- объём среды за закрытый час, закрытые сутки и нарастающим итогом за все время работы, в рабочих условиях, м³ (для БЭР-ВР данные передаются с БЭР);
- объём среды за закрытый час, закрытые сутки и нарастающим итогом за все время работы, приведенный к стандартным условиям, м³;
- коды ошибок;
- идентификационные данные ПО СИ (идентификационное наименование, номер версии и цифровой идентификатор (далее – **FCRC**);
- контрольная сумма значений заводских метрологически значимых параметров (далее – **MCRC**);
- скорость обмена данными с верхним уровнем и Modbus-адрес прибора.

Для оперативной оценки состояния КИУ БЭР/БЭР-ВР оборудованы цветовым сигнальным индикатором режимов «**РЕЖИМ**» (далее – СИР).

Измерительный комплекс обеспечивает двусторонний обмен информацией с внешними устройствами, который осуществляется по двухпроводной линии связи длиной не более 1000 м. Кроме вышеперечисленных данных, на внешние устройства по интерфейсу **RS-485** с БЭР/БЭР-ВР передаются следующие параметры конфигурации КИУ:

- диаметр измерительного трубопровода, мм;
- тип и компонентный состав измеряемой среды;
- метод расчёта физических свойств измеряемой среды;
- значение атмосферного давления;
- тип термопреобразователя сопротивления;
- отсечка по расходу и предельные значения температуры и давления;
- предварительно заданные значения температуры, давления, расхода в рабочих и стандартных условиях;
- режим обработки ошибок;
- режим эмуляции и его заданные параметры;
- калибровочные коэффициенты по температуре;
- режим работы по каналам;
- геометрические характеристики измерительных каналов;
- режим работы цифрового выхода;
- режим синхронизации корректора;
- коммерческий час (начало коммерческих суток).

В зависимости от исполнения и выбранной комплектации КИУ могут иметь класс точности от А до В(02), монтироваться в газопроводы номинальными диаметрами от 50 до 1400, вести измерения рабочих расходов от 1 до 11080 м³/ч при максимальном рабочем избыточном давлении, **Р_р**, до 25 МПа, поддерживать работу в прямом и реверсивном режимах, комплектоваться датчиком перепада давления (далее – ДПД). Подробно характеристики приведены в п. 1.1.2.

1.1.2 Технические характеристики

В соответствии с ГОСТ Р 52931-2008 измерительные комплексы относятся к приборам, предназначенным для контроля и регулирования технологических процессов.

Основные параметры прибора и предельные значения измеряемых величин приведены в **Таблице 1**.

Измерительные участки КИУ могут изготавливаться из круглого проката, из круглого проката с приварными фланцами, из поковки, из поковки с приварными фланцами, из трубы с приварными фланцами и приварными бобышками углового ввода (для установки ДПЭ), а также методом литья. Допускается использовать для изготовления измерительных и прямых участков КИУ DN500 и выше прямошовную электросварную трубу без обработки внутреннего заводского сварного шва. Материал – углеродистые или нержавеющие стали, алюминиевые сплавы. Выбор материала определяется на стадии предзаказа по данным опросного листа.

По желанию заказчика могут изготавливаться фланцевые измерительные (далее - ФИУ) и прямые участки (далее - ПУ) с фланцами, изготовленными по государственным стандартам, по стандартам ANSI/ASME B16.5 или ANSI/ASME B16.47, номинальных диаметров DN50...1400, и бесфланцевые измерительные участки (далее - ИУ) номинальных диаметров до DN1400 с фаской под стыковую приварку на объекте, на максимальное рабочее избыточное давление до 25 МПа.

Измеряемое максимальное и минимальное значение скорости потока газа, осредненной по сечению, в зависимости от номинального диаметра измерительного трубопровода, приведено в **Таблице 2**.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
Рабочее избыточное давление измеряемой среды*, Р _р , МПа, не более	25
Пределы измерений скорости газового потока, м/с	От 0,15 до 35
Верхние пределы измерения давления, МПа: – абсолютного (датчик ДА-018) – избыточного (датчик ДИ-017)	0,25; 1,00; 1,60; 3,00; 6,00; 10,00 0,6; 2,5; 6,0; 16,0; 25,0
Верхние пределы измерения перепада давления, кПа, (датчик ДП-022)	6; 10; 25; 40; 100; 250
Пределы измерения температуры по ГОСТ 6651-2009 при применении платиновых термопреобразователей сопротивления типа 100П либо Pt100, °С	От минус 40 до плюс 80
Номинальный диаметр измерительного трубопровода	От DN 50 до DN 1400
Режим работы по потоку газа	Прямой, реверсивный**
Диапазон напряжения электропитания, В, постоянного тока	от 18 до 36
Потребляемая мощность, Вт, не более	3 – при использовании одного БЭР; 4 – при использовании двух БЭР или одного БЭР и одного БЭР-ВР
* Измеряемая среда – природный газ, умеренно-сжатые газовые смеси, влажный нефтяной газ, сухой воздух	
** Определяется на стадии предзаказа по данным опросного листа	

Таблица 2

Скорость потока, м/с	Номинальный диаметр, DN																				
	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	750	800	900	1000	1200	1400
V _{max}	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	30	30	30	25	20
V _{min}	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
V _{min} /V _{max}	1/200	1/200	1/200	1/200	1/200	1/200	1/200	1/200	1/200	1/200	1/200	1/200	1/200	1/200	1/200	1/200	1/120	1/120	1/120	1/100	1/80

Измеряемый максимальный расход газа в рабочих условиях $Q_{\max}$, в зависимости от номинального диаметра измерительного трубопровода (соответствующий $V_{\max}$ – см. Таблицу 2) приведен в Таблице 3.

Таблица 3

Номинальный диаметр, DN																				
50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	750	800	900	1000	1200	1400
Максимальный рабочий расход Q _{max} , м³/ч																				
250	420	640	990	1545	2230	3960	6180	8900	12120	15830	20000	24740	35620	48500	55650	54250	68700	84800	101700	110800

Измеряемый минимальный расход газа в рабочих условиях $Q_{\min}$, в зависимости от номинального диаметра измерительного трубопровода (соответствующий $V_{\min}$ – см. Таблицу 2) приведен в Таблице 4. Порог чувствительности прибора не превышает значения $0,3 Q_{\min}$.

Таблица 4

Номинальный диаметр, DN																				
50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	750	800	900	1000	1200	1400
Минимальный рабочий расход $Q_{\min}$, м³/ч																				
1	2	3	4	6	10	17	26	38	52	68	85	106	150	210	240	450	570	707	1017	1380

Примечание – Максимальный и минимальный расходы рассчитаны для номинальных диаметров. При фактических диаметрах измерительных трубопроводов значения расходов могут отличаться.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях Q_p , %, не более приведенных в Таблице 5.

Таблица 5

Исполнение	Класс точности	Количество измерительных каналов	$Q_{\min} \leq Q_p < 0,01Q_{\max}$	$0,01Q_{\max} \leq Q_p \leq Q_{\max}$
01	A	8	$\pm 0,7$	$\pm 0,5$
	ББ	4	$\pm 0,7$	$\pm 0,5$
	Б	4	$\pm 1,0$	$\pm 0,7$
	В	4	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$
	Г	2	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$
	Д	2	$\pm 2,0$	$\pm 1,5$
02	A(02)	8	$\pm 0,7$	$\pm 0,5$
	Б(02)	8	$\pm 1,0$	$\pm 0,7$

При рабочем давлении $P_p \geq 0,2P_{\max}$ * пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода**, приведенного к стандартным условиям, не превышают значений в Таблице 6.

При рабочем давлении $P_{\min} \leq P_p < 0,2P_{\max}$ * пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода, приведенного к стандартным условиям, определяются по ГОСТ 8.611-2013 (метод «pTZ-пересчёта»).

* $P_{\max}$ и $P_{\min}$, МПа, соответственно, верхний и нижний пределы измерений датчика давления.

** Без учёта погрешности определения коэффициента сжимаемости и при использовании интегрированного или внешнего вычислителей (корректоров) расхода.

Таблица 6

Исполнение	Класс точности	Количество измерительных каналов	$Q_{\min} \leq Q_p < 0,01Q_{\max}$	$0,01Q_{\max} \leq Q_p \leq Q_{\max}$
01	А	8	$\pm 0,85$	$\pm 0,65$
	ББ	4	$\pm 0,85$	$\pm 0,65$
	Б	4	$\pm 1,15$	$\pm 0,85$
	В	4	$\pm 1,65$	$\pm 1,15$
	Г	2	$\pm 1,65$	$\pm 1,15$
	Д	2	$\pm 2,15$	$\pm 1,65$
02	А(02)	8	$\pm 0,85$	$\pm 0,65$
	Б(02)	8	$\pm 1,15$	$\pm 0,85$

**ВНИМАНИЕ**

Заявленные метрологические характеристики достигаются при использовании термопреобразователей сопротивления класса А либо АА по ГОСТ 6651-2009.

Допускается проводить поверку КИУ в одном из поддиапазонов объёмного расхода (см. Таблицу 7), при этом значение $0,01Q_{\max}$ отсчитывается от $Q_{\max}$ поддиапазона № 1.

Таблица 7

№ поддиапазона объёмного расхода	Диапазон объёмного расхода
1	от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$
2	от $Q_{\min}$ до $0,7Q_{\max}$
3	от $Q_{\min}$ до $0,5Q_{\max}$
4	от $Q_{\min}$ до $0,3Q_{\max}$
5	от $0,01Q_{\max}$ до $Q_{\max}$
6	от $0,01Q_{\max}$ до $0,7Q_{\max}$
7	от $0,01Q_{\max}$ до $0,5Q_{\max}$
8	от $0,01Q_{\max}$ до $0,3Q_{\max}$
9	от $0,05Q_{\max}$ до $Q_{\max}$
10	от $0,05Q_{\max}$ до $0,7Q_{\max}$
11	от $0,05Q_{\max}$ до $0,5Q_{\max}$
12	от $0,05Q_{\max}$ до $0,3Q_{\max}$

Пределы допускаемой относительной погрешности вычисления объёмного расхода и объёма газа, приведенного к стандартным условиям, составляют не более $\pm 0,005\%$.

Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения избыточного (абсолютного) давления, в процентах от верхнего предела измерений (далее – ВПИ) датчика давления, составляют не более (**Таблица А.4**):

- для ДД варианта исполнения **А**: $\pm(0,025 + 0,05(P_p/P_{\max}))$;
- для ДД варианта исполнения **Б**: $\pm(0,05 + 0,1(P_p/P_{\max}))$.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования значения сопротивления в значение температуры, Δ , не более $\pm 0,05$ °С.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры, °С:

- для ТС класса допуска **АА**: $\pm\sqrt{(0,1 + 0,0017|t|)^2 + \Delta^2}$;
- для ТС класса допуска **А**: $\pm\sqrt{(0,15 + 0,002|t|)^2 + \Delta^2}$.

Допустимый рабочий диапазон измерения температуры измеряемой среды от минус 40 °С до плюс 80 °С (для природного газа от минус 23,15 °С до плюс 76,85 °С).

Класс точности КИУ «-500» определяется его конструктивным исполнением («01» либо «02»), количеством измерительных каналов (2, 4 либо 8), а также методом проведения первичной поверки КИУ (имитационный либо проливной). Описание методов поверки КИУ «-500» в зависимости от исполнения и класса точности дано в п. 3.1.6.

Достижение заявленных метрологических характеристик обеспечивается наличием входных и выходных прямых участков, указанных в **Таблице 8**.

Таблица 8

Класс точности КИУ «-500»	Участок	Конфигурация трубопровода на расстоянии 50DN перед ФИУ	
		Местных сопротивлений нет*	Местные сопротивления есть*
1	2	3	4
А, ББ	Прямой входной	не менее 10DN	ФП** и не менее 5DN после него
	Прямой выходной	не менее 3DN	не менее 3DN
Б, В, Г, Д	Прямой входной	не менее 10DN	• не менее 20DN либо • ФП** и не менее 5DN после него
	Прямой выходной	не менее 3DN	не менее 3DN
А(02), Б(02)	Прямой входной	не менее 50DN	не менее 50DN
	Прямой выходной	не менее 5DN	не менее 5DN

продолжение Таблицы 8

1	2	3	4
Вне зависимости от класса точности: КИУ с полным дублированием СИ либо два последовательно установленных КИУ	Прямой входной	не менее 10DN	ФП** и не менее 5DN после него
	Прямой выходной	не менее 3DN	не менее 3DN
* Местные сопротивления, создающие закрутку потока и/или существенную асимметрию распределения скоростей потока (регуляторы давления, смешивающие потоки тройники, не полностью открытая запорная арматура, последовательно размещенные в разных плоскостях два и более колена, расстояние между которыми менее 30DN. ** ФП – формирователь потока, состоящий из диска Zanker по ГОСТ 8.586.1-5-2005 либо из устройства подготовки потока (аналога диска Zanker) и трубчатого струевыпрямителя по ГОСТ 8.586.1-5-2005 (комбинированный ФП). Стандартная длина комбинированного ФП составляет не более 3DN. До ФП (и Zanker, и комбинированного исполнения) по ходу движения газа должен быть обеспечен прямой участок стыковой трубы длиной не менее 3DN.			

Примечание – Допускается сопряжение корпуса первичного преобразователя КИУ с измерительным трубопроводом при помощи конических переходов с соблюдением требований ГОСТ 8.611-2013. Конические переходы также могут быть выполнены непосредственно в корпусе первичного преобразователя.



ВНИМАНИЕ

Для КИУ «-500» классов точности А, ББ, и Г допускается отключение одной из измерительных плоскостей в процессе эксплуатации с помощью ППО верхнего уровня (см. п. 2.3.2.3) с сохранением заявленных метрологических характеристик.

Измерительный комплекс содержит два гальванически развязанных частотных выхода (оптронные выходы с открытым коллектором). Максимально допустимое напряжение на открытом коллекторе не более 30 В, максимальный ток не более 10 мА. Диапазоны рабочих частот, Гц, 0...1000 либо 0...5000. Относительная погрешность преобразования значения расхода в частотный сигнал не более 0,01 %.

Значение расхода в рабочих условиях $Q_{p.y.}$, м³/ч, в зависимости от измеренной частоты определяется по формуле 1:

$$Q_{p.y.} = (F \cdot Q_{\max}) / F_{\max}, \quad (1)$$

где:

F – значение частоты на частотном выходе, Гц;

$Q_{\max}$ – максимальное значение расхода в рабочих условиях (задается при конфигурировании), м³/ч (соответствует значению частоты $F_{\max}$ на частотном выходе);

$F_{\max}$ – максимальное значение частоты на частотном выходе (задается при конфигурировании), Гц.



ВНИМАНИЕ

Измерительный комплекс обеспечивает приведенные выше метрологические характеристики через 30 мин после включения!

КИУ обеспечивает двусторонний обмен информацией с внешними устройствами, который осуществляется по двухпроводной линии связи длиной не более 1000 м (см. также п. 2.2.4.6).

Габаритные размеры и масса КИУ зависят от множества факторов (DN, исполнение, материал измерительных и прямых участков и т.д.), определяемых на стадии заказа покупателя. Точную информацию можно получить в документах поставки конкретного прибора.

Габаритные размеры и масса составных частей КИУ, не относящихся к трубопроводу, не превышают значения, указанные в **Таблице 9**.

Таблица 9

Наименование и обозначение составной части	Габаритные размеры, мм, не более			Масса, кг, не более
	длина	диаметр/ширина	высота	
1	2	3	4	5
Блок электроники ВМПЛ3.857.001	251	218	208	5
Блок электроники ВМПЛ3.857.001-01	206	218	208	4,5
Блок электроники вычислителя (корректора) расхода ВМПЛ5.857.007	149	218	208	4,5
Блок интерфейсный ВМПЛ3.622.003	200	179	75	1
Датчики пьезоэлектрические ВМПЛ5.129.003	70	23,5	—	0,4
ВМПЛ5.129.011	115	23,5	—	0,6
ВМПЛ5.129.013, ВМПЛ5.129.018	75	24	—	0,5
ВМПЛ5.129.014	115	23,5	—	0,6
КРАУ5.129.009-05	70	23,5	—	0,4
Датчики абсолютного давления ДА-018 КРАУ2.849.018, КРАУ2.849.018-01, КРАУ2.849.018-02, КРАУ2.849.018-03, КРАУ2.849.018-04, КРАУ2.849.018-05	174	38	75	1
Датчики избыточного давления ДИ-017 КРАУ2.849.017, КРАУ2.849.017-01, КРАУ2.849.017-02, КРАУ2.849.017-03, КРАУ2.849.017-04	174	38	75	1
Датчики перепада давления ДП-022 КРАУ2.849.022-10, КРАУ2.849.022-11, КРАУ2.849.022-12, КРАУ2.849.022-13, КРАУ2.849.022-14, КРАУ2.849.022-15, КРАУ2.849.022-16, КРАУ2.849.022-17, КРАУ2.849.022-18, КРАУ2.849.022-19	103	94	158	4,5
Термопреобразователь сопротивления	В соответствии с документацией			
Источник бесперебойного питания постоянного тока PS2405	В соответствии с документацией			
Блок питания постоянного тока DRAN30-24	В соответствии с документацией			

Входящие в состав КИУ блоки БЭР, БЭР-ВР, датчики избыточного давления ДИ-017, датчики абсолютного давления ДА-018, датчики перепада давления ДП-022 и ДПЭ устойчивы к воздействию следующих климатических факторов:

- температура окружающей среды от минус 40 °С до плюс 60 °С (по отдельному заказу от минус 60 °С до плюс 60 °С. При температурах ниже минус 40 °С для БЭР/ БЭР-ВР должен

использоваться обогреваемый взрывозащищенный термочехол (включается в комплектацию по данным опросного листа));

- относительная влажность воздуха до 98 % при плюс 35 °С и более низких температурах;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

По стойкости к механическим воздействиям БЭР, БЭР-ВР, датчики избыточного давления ДИ-017, датчики абсолютного давления ДА-018, датчики перепада давления ДП-022, ДПЭ соответствуют виброустойчивому исполнению **N1** по ГОСТ Р 52931-2008.

Степень защиты по ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013) (от воздействия твердых тел и воды) для составных частей прибора не ниже:

- для БЭР/ БЭР-ВР – **IP65**;
- для датчиков избыточного давления ДИ-017, датчиков абсолютного давления ДА-018, датчиков перепада давления ДП-022 и датчиков пьезоэлектрических – **IP66**.

По способу защиты человека от поражения электрическим током прибор относится к классу **0I** по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Прочность изоляции электрических цепей БЭР/БЭР-ВР между гальванически развязанными цепями электропитания и связи, между цепью электропитания и корпусом БЭР/БЭР-ВР и между цепью связи и корпусом БЭР/БЭР-ВР выдерживает в течение одной минуты действие переменного напряжения 110 В (не менее утроенного напряжения электропитания при нормальных условиях по ГОСТ Р 52931).

Электрическое сопротивление изоляции электрических цепей БЭР/БЭР-ВР между гальванически развязанными цепями электропитания и связи, между цепью электропитания и корпусом БЭР/БЭР-ВР и между цепью связи и корпусом БЭР/БЭР-ВР составляет не менее 20 МОм при нормальных условиях по ГОСТ Р 52931.

КИУ сертифицирован по ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014 на соответствие ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств».

Данные по электропитанию элементов КИУ приведены в п. **1.1.5**.

При аварийном отключении внешнего электропитания БЭР и БЭР-ВР обеспечивают устойчивую работу от ИБП (при стандартном комплекте аккумуляторов) в течение до 72 ч.

Интервал между поверками КИУ: 4 года.

Средняя наработка на отказ КИУ «-500»: не менее 100000 ч.

Средний срок службы до списания: 15 лет с учётом замены элементов, имеющих меньший срок службы, указанный в их технической документации.

1.1.3 Состав изделия

Основными составными частями измерительного комплекса являются:

- БЭР ВМПЛЗ.857.001 или ВМПЛЗ.857.001-01;
- БЭР-ВР ВМПЛ5.857.007;
- ДПЭ ВМПЛ5.129.003, ВМПЛ5.129.011, ВМПЛ5.129.013, ВМПЛ5.129.014, ВМПЛ5.129.018 или КРАУ5.129.009-05;
- датчик избыточного давления ДИ-017 КРАУ2.849.017 или датчик абсолютного давления ДА-018 КРАУ2.849.018;
- ТС погружной;
- ФИУ или ИУ (DN50...1400).

В качестве дополнительного оборудования могут использоваться:

- комплект прямых участков;
- ДПД ДП-022 КРАУ2.849.022;
- источник бесперебойного питания постоянного тока (далее - ИБП) PS2405;
- блок питания постоянного тока (далее - БП) DRAN30-24;
- блок интерфейсный (далее - БИ) ВМПЛЗ.622.003
- термочехол обогреваемый взрывозащищённый.

ФИУ по данным опросного листа комплектуются дополнительными (ответными) фланцами для приварки на рабочий трубопровод (см. **Рисунок 3**, поз. **1, 10**).

Комплектность и исполнение прибора определяются на стадии заказа по данным опросного листа. Форма опросного листа и схема условного обозначения КИУ - в соответствии с **приложением А**, варианты комплектации изделия при поставке - в соответствии с **приложением Б**.

Расположение основных частей КИУ на трубопроводе приведено в **приложении В**.

При модернизации прибора могут иметь место некоторые конструктивные отличия прибора и комплектности, не влияющие на основные эксплуатационные характеристики и на взрывозащищённость изделия. Изменения в комплектности отражаются в формуляре ВМПЛ1.456.014 ФО и заверяются штампом СТК.

1.1.4 Устройство и работа

1.1.4.1 Устройство и принцип проведения измерений

Комплексы «-500» предназначены для измерения объёмного расхода и объёма, приведенных к стандартным условиям, однокомпонентных и многокомпонентных газов, находящихся в однофазном состоянии, в соответствии с ГОСТ 8.611-2013.

По принципу действия измерительные комплексы «-500» относятся к времяимпульсным ультразвуковым преобразователям расхода, работа которых основана на измерении разности времени прохождения ультразвуковых зондирующих импульсов по направлению скорости потока рабочей среды в первичном преобразователе и против него. Генерация и приём зондирующих импульсов производится пьезоэлектрическими датчиками, устанавливаемыми на первичном преобразователе расхода. Попеременная коммутация режимов «приём-передача» пар датчиков обеспечивается блоком электроники.

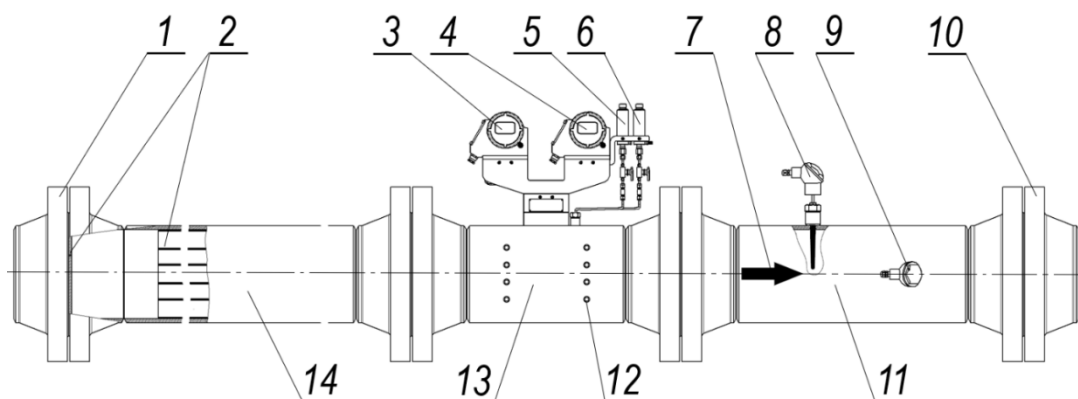
На **Рисунке 3** приведён один из типичных вариантов компоновки КИУ «-500».

В качестве первичного преобразователя расхода используется фланцевый измерительный участок (поз. **13**) или измерительный участок без фланцев.

При движении газа происходит снос ультразвуковой волны, который приводит к изменению времени распространения ультразвукового сигнала между датчиками. Время распространения сигнала по потоку уменьшается, а против него – возрастает. Разность времени распространения ультразвуковых колебаний в трубе по потоку и против него пропорциональна скорости течения газа, что позволяет рассчитать его объёмный расход.

Сигналы от пьезоэлектрических датчиков (поз.12) поступают в блок электроники (поз. 3), где усиливаются и обрабатываются приёмным устройством и передаются в контроллер, который вычисляет скорость потока газа, объёмный расход в рабочих условиях, получает данные по температуре и давлению газа, обеспечивает приведение расхода и объёма к стандартным условиям, а также архивирует измеренные значения.

Результаты измерений отображаются на индикаторе блока электроники и передаются по частотным и цифровому каналам в другие системы.



1, 10 – ответные фланцы; 2 – формирователь потока (диск подготовки потока и струевыпрямитель); 3 – БЭР1; 4 – БЭР2; 5 – датчик давления БЭР1; 6 – датчик давления БЭР2; 7 – индикатор направления потока; 8 – ТС БЭР1; 9 – ТС БЭР2; 11 – выходной прямой участок; 12 – ультразвуковой пьезоэлектрический датчик; 13 – фланцевый преобразователь расхода; 14 – входной прямой участок

Рисунок 3 – Вариант типовой компоновки КИУ «-500»

Для получения эпюры скоростей установившегося стационарного потока перед первичным преобразователем и после него монтируются прямые участки (поз. 11, 14). Дополнительно, если это необходимо, входной прямой участок комплектуют ФП (поз. 2) (ГОСТ 8.611-2013). ФП обычно состоит из дискового устройства подготовки потока (аналога диска Zanker) и трубчатого струевыпрямителя, реже – из диска Zanker по ГОСТ 8.586.1-5-2005. Для оценки загрязнения ФП, на расстоянии от 1DN до 3DN до и после него обычно монтируются бобышки для подключения ДПД (на рисунке не показаны).

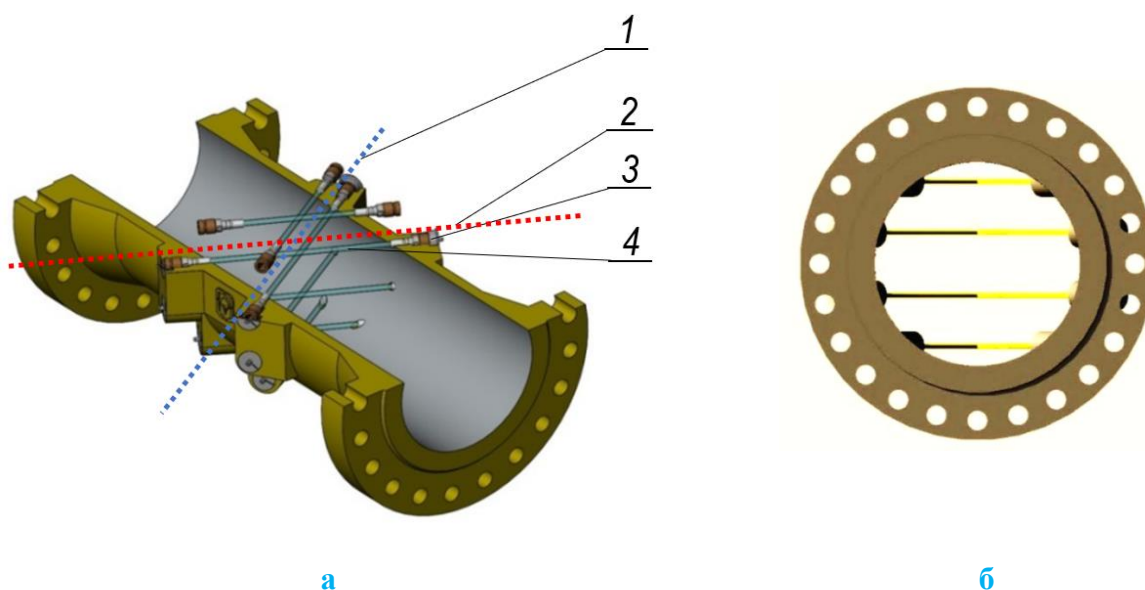
Данные давления и температуры поступают в БЭР с соответствующих датчиков (поз. 5, 8). Датчики давления измеряют давление газа непосредственно в первичном преобразователе. Термопреобразователи сопротивления устанавливаются в бобышки на выходном прямом участке на расстоянии от 2D до 15D от первичного преобразователя.

По желанию заказчика возможно использование КИУ как в прямом (поз. 7), так и в реверсивном (обратном), и в переменном режимах движения потока. Как правило, реализация этой возможности требует увеличения длины выходного прямого участка и, как следствие, большей длины участка трубопровода для монтажа.

Примечание – При работе КИУ попеременно в прямом и реверсивном режиме термопреобразователь сопротивления устанавливается таким образом, чтобы при наиболее частом направлении потока он располагался после первичного преобразователя.

КИУ «-500» характеризуются наличием одной или двух измерительных плоско-стей с двумя или четырьмя измерительными каналами в каждой плоскости (**Рисунок 4**). Вторая измерительная плоскость обычно используется для подключения второго, дублирующего, БЭР (**Рисунок 3**, поз. 4) со своим датчиком давления (**Рисунок 3**, поз. 6) и датчиком температуры (**Рисунок 3**, поз. 9). Кроме того, возможна установка двух независимых КИУ подряд. Такое решение позволяет увеличить количество каналов измерения до 16 и особенно актуально для трубопроводов больших диаметров (см. **Рисунок 2**).

В упрощённом варианте вместо дублирующего БЭР может использоваться БЭР-ВР, который осуществляет приведение расхода, измеренного основным БЭР, к стандартным условиям, используя собственные данные по давлению и температуре с дублирующих датчиков (**Рисунок 3**, поз. 6, 9).



1, 2 – плоскости измерения; 3 – ДПЭ; 4 – ультразвуковой измерительный канал

Рисунок 4 – Измерительная схема КИУ «-500»

Примечание - На **Рисунках 3** и **В.2** расположение основного и дублирующего термопреобразователей сопротивления показано схематично. Согласно ГОСТ 8.611-2013, расстояние между этими датчиками в пределах от 0,5 до 2 DN, а угол между осевыми плоскостями трубопровода, в которых они расположены, в пределах $(90 \pm 10)^\circ$. Допускается использование одного ТС с двумя чувствительными элементами при применении КИУ с дублированием СИ (см. также **Рисунок И.1 б**).

1.1.4.2 Архивы событий, параметров и результатов измерений

БЭР КИУ имеет встроенные часы реального времени. Их наличие обеспечивает корректную регистрацию, расчёт и запись во встроенную энергонезависимую память БЭР/БЭР-ВР архивов данных событий, параметров и результатов измерений. Доступные архивы и их глубины в соответствии с **Таблицей 10**. Пользователь имеет возможность выгрузить и посмотреть их (например, с помощью ППО), считывание архивов осуществляется по интерфейсу **EIA RS-485**. Каждая запись в любой архив содержит свой уникальный индекс (условный номер). При очистке архива индексы не обнуляются, новой записи присваивается следующий индекс по порядку.

Примечание – Очистка архивов возможна **ТОЛЬКО** при заводском уровне доступа и деактивированном аппаратном ключе.

Архивы по типу хранимых данных подразделяются на три типа:

- архивы данных измерений;
- архивы вмешательств;
- архивы тревог.

Примечание – Подробная информация о структуре архивов, передаче, хранении и защите информации представлена в описаниях информационного сопряжения ВМПЛ1.456.014 Д25.1 (БЭР) и ВМПЛ1.456.014 Д25.2 (БЭР-ВР)).

Таблица 10

Описание		Глубина архива, не менее
1	Минутный архив	2880 мин
2	Часовой архив	4380 ч
3	Суточный архив	730 сут
4	Месячный архив	96 мес.
5	Технологический архив*	500 записей
6	Архив пользовательских общих вмешательств	8000 записей
7	Архив пользовательских метрологических вмешательств	2000 записей
8	Архив заводских технологических вмешательств*	2000 записей
9	Архив заводских метрологических вмешательств	2000 записей
10	Архив общих тревог	24000 записей
11	Архив метрологических тревог	2000 записей
* Только для БЭР		

Все архивы хранятся в перезаписываемой встроенной памяти на электронной плате БЭР/БЭР-ВР КИУ под опломбированной крышкой. Доступ на чтение к ним возможен только с помощью ПО верхнего уровня. См. также Руководство пользователя ППО V-flow ВМПЛ1.456.014 Д34.1.

Архив заводских метрологических вмешательств и архив метрологических тревог не перезаписываются циклически, и при их заполнении прибор переходит в режим измерения расхода в состоянии ошибки.

1.1.4.2.1. Архивы данных измерений

Архивы данных измерений подразделяются на:

- периодические архивы;
- технологический архив.

К периодическим архивам относятся:

- минутный;
- часовой;
- суточный;
- месячный.

В периодические архивы записываются, соответственно, данные минутных, среднечасовых, среднесуточных и среднемесячных значений (подробно см. в описаниях информационного сопряжения БЭР ВМПЛ1.456.014 Д25.1 и БЭР-ВР ВМПЛ1.456.014 Д25.2):

- средней температуры за период, °С;
- среднего давления за период, МПа;
- общего совокупного объёма газа в рабочих условиях за период, м³;
- общего прямого объёма газа в рабочих условиях за период, м³;
- совокупного объёма газа в рабочих условиях в ошибке за период, м³;
- прямого объёма газа в рабочих условиях в ошибке за период, м³;
- общего совокупного объёма газа в стандартных условиях за период, м³;
- общего прямого объёма газа в стандартных условиях за период, м³;
- совокупного объёма газа в стандартных условиях в ошибке за период, м³;
- прямого объёма газа в стандартных условиях в ошибке за период, м³;
- накопленной теплоты сгорания, ГДж.

В технологический архив записываются индивидуальные характеристики пьезоэлектрических ультразвуковых датчиков при каждом их тестировании.

Примечание – Технологический архив используется только для заводского контроля работы КИУ.

1.1.4.2.2. Архивы вмешательств

Измерительный комплекс в соответствии с ГОСТ Р 8.654-2015, ГОСТ Р 8.839-2013 и СТО Газпром 5.37-2020 обеспечивает регистрацию данных о всех вмешательствах оператора или информационной системы в любые параметры настройки прибора (далее по тексту – архивы вмешательств) во встроенную энергонезависимую память. К архивам вмешательств относятся:

- архив пользовательских общих вмешательств;
- архив пользовательских метрологических вмешательств;
- архив заводских технологических вмешательств;
- архив заводских метрологических вмешательств.

Каждый из этих архивов фиксирует изменения (вмешательства), произошедшие в соответствующих регистрах хранения (**holding registers**) Modbus. Каждая запись в архив вмешательств содержит:

- старое значение параметра;
- новое значение параметра;
- код вмешательства;
- общий совокупный объём газа в рабочих условиях на момент записи в архив;
- общий совокупный объём газа в стандартных условиях на момент записи в архив.

Коды вмешательств соответствуют кодам параметров в карте регистров хранения (см. соответствующее описание информационного сопряжения: ВМПЛ1.456.014 Д25.1 (БЭР) или ВМПЛ1.456.014 Д25.2 (БЭР-ВР)). Соответственно, тип и значение параметра также определяются исходя из кода параметра.

1.1.4.2.3. Архивы тревог

К архивам тревог относятся:

- архив общих тревог;
- архив метрологических тревог.

В архиве общих тревог фиксируются нештатные ситуации, связанные с процессом измерения параметров газовой среды:

- превышенные ограничения;
- ошибки датчиков;
- время включения, выключения и перезагрузки БЭР/ БЭР-ВР прибора;
- время работы в режиме эмуляции.

В архиве метрологических тревог фиксируются:

- моменты включения и выключения аппаратного ключа;
- изменение пароля доступа;
- переполнение архива заводских метрологических вмешательств;
- очистки любого из архивов;
- сброс накопленного расхода.

1.1.4.3 Конфигурирование для выполнения вычислений

В КИУ обеспечена возможность выполнения процедуры конфигурирования (ввода исходных данных для выполнения вычислений) с использованием РС-совместимого технологического компьютера (далее - ТПК) по интерфейсу **RS-485**.

ВНИМАНИЕ



Подключение ТПК для считывания архивов и конфигурирования возможно не только непосредственно к одному комплексу «-500», но и одновременно к нескольким. Это достигается либо использованием БИ (см. ВМПЛЗ.622.003 РЭ), либо при работе в системе под управлением коммуникатора «ГиперФлоу-УИВК» КРАУ1.456.031 (см. КРАУ1.456.031 РЭ).

Варианты схем подключения приведены в **приложении Г**.

При конфигурировании КИУ во встроенную энергонезависимую память БЭР/ БЭР-ВР вводятся данные в соответствии с **Таблицей 11**.

Таблица 11

Параметр	Допустимые значения
Сетевой MODBUS-адрес БЭР/ БЭР-ВР	От 1 до 247
Скорость обмена в режиме MODBUS	• 9600; • 19200; • 38400; • 57600; • 115200; • 230400

Параметр	Допустимые значения
Отсечка по расходу, м ³ /час	От 0 до 1400
Атмосферное давление, кПа	От 0 до 200
Режим обработки ошибок	• прекращение измерений; • подстановка последних действительных значений; • подстановка предварительно заданных значений
Предварительно заданная температура, °С	От –40 до +80
Предварительно заданное абсолютное давление, МПа	От 0,05 до 25,2
Предварительно заданный расход в рабочих условиях, м ³ /ч	От –110800 до 110800
Предварительно заданный расход в стандартных условиях, м ³ /ч	От –45000000 до 45000000
Нижняя граница по температуре, °С	От –40 до +80
Верхняя граница по температуре, °С	От –40 до +80
Нижняя граница по абсолютному давлению, МПа	От 0,05 до 25,2
Верхняя граница по абсолютному давлению, МПа	От 0,05 до 25,2
Режим эмульсии	• температура; • давление; • расход
Температура в режиме эмульсии, °С	От –40 до +80
Абсолютное давление в режиме эмульсии, МПа	От 0,05 до 25,2
Мгновенный расход в рабочих условиях в режиме эмульсии, м ³ /час	От –110800 до 110800
Цифровой выход	• выключено; • частотный выход 1 кГц; • частотный выход 5 кГц; • связь с корректором
Компонентный состав	В соответствии с таблицами 12, 13, 14
Внутренний диаметр КИУ, мм	От 10 до 1500
Режим работы	• каналы А и В; • канал А; • канал В
Базовое расстояние между датчиками для путей с отражениями, поканально, мм	От 10 до 700
Длина пути, поканально, мм	От 30 до 2200
Угол наклона, поканально, град	От 20 до 70
Смещение нуля (для каждого из датчиков), мкс	От –50 до +50

окончание Таблицы 11

Параметр	Допустимые значения
Тип термопреобразователя сопротивления	- Pt100; 100П; 100М (не используется)
Калибровочный коэффициент по температуре (наклон)	От 0,9 до 1,1
Калибровочный коэффициент по температуре (смещение)	От -10 до +10
Начало коммерческих суток, ч	От 0 до 23

1.1.4.4 Методы и алгоритмы расчётов

Измерение расхода природного газа по ГОСТ 30319.3-2015 (вычисление физических свойств на основе данных о компонентном составе) производится по данным, приведенным в **Таблице 12**.

Таблица 12

Компонент	Диапазоны молярных %
Метан	$70 \leq x \text{ CH}_4 < 100$
Этан	$0 \leq x \text{ C}_2\text{H}_6 \leq 10$
Пропан	$0 \leq x \text{ C}_3\text{H}_8 \leq 3,5$
Бутаны в сумме	$0 \leq x \text{ C}_4\text{H}_{10} \leq 1,5$
Пентаны в сумме	$0 \leq x \text{ C}_5\text{H}_{12} \leq 0,5$
Гексан	$0 \leq x \text{ nC}_6\text{H}_{14} \leq 0,1$
Азот	$0 \leq x \text{ N}_2 \leq 20$
Диоксид углерода	$0 \leq x \text{ CO}_2 \leq 20$
Гелий	$0 \leq x \text{ He} \leq 0,5$
Водород	$0 \leq x \text{ H}_2 \leq 10$

При измерении расхода природного газа по ГОСТ 30319.2-2015 вычисление физических свойств осуществляется на основе данных о плотности при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода в соответствии с **Таблицей 13**.

Таблица 13

Параметр	Диапазоны молярных %
Содержание азота	От 0 до 20 молярных %
Содержание диоксида углерода	От 0 до 20 молярных %
Плотность природного газа в стандартных условиях	От 0,66 до 1,05 кг/м ³

При измерении расхода природного газа по AGA8 компонентный состав газа задается в соответствии с ГОСТ Р 8.662-2009 (**Таблица 14**).

Таблица 14

Компонент	Диапазоны молярных %
Азот	$0 \leq x \text{ N}_2 \leq 20$
Диоксид углерода	$0 \leq x \text{ CO}_2 \leq 20$
Метан	$70 \leq x \text{ CH}_4 \leq 100$
Этан	$0 \leq x \text{ C}_2\text{H}_6 \leq 10$
Пропан	$0 \leq x \text{ C}_3\text{H}_8 \leq 3,5$
н-Бутан + изобутан	$0 \leq x \text{ C}_4\text{H}_{10} \leq 1,5$
н-Пентан + изопентан	$0 \leq x \text{ C}_5\text{H}_{12} \leq 0,5$
н-Гексан	$0 \leq x \text{ C}_6\text{H}_{14} \leq 0,1$
н-Гептан	$0 \leq x \text{ C}_7\text{H}_{16} \leq 0,05$
ω-Октан + н-нонан + н-декан	$0 \leq x \text{ C}_{8+} \leq 0,05$
Водород	$0 \leq x \text{ H}_2 \leq 10$
Моноксид углерода	$0 \leq x \text{ CO} \leq 3$
Вода	$0 \leq x \text{ H}_2\text{O} \leq 0,15$
Гелий	$0 \leq x \text{ He} \leq 0,5$
Кислород	$0 \leq x \text{ O}_2 \leq 0,02$
Сероводород	$0 \leq x \text{ H}_2\text{S} \leq 0,02$
Аргон	$0 \leq x \text{ Ar} \leq 0,02$

При измерении расхода влажного нефтяного газа по ГСССД МР 113-2003 компонентный состав должен задаваться в различных комбинациях следующих веществ: метан, этан, пропан, нормальный и изобутан, нормальный и изопентан, гексан, гептан, азот, диоксид углерода, сероводород, кислород и водяной пар. Число компонентов смеси **N** может варьироваться в диапазоне **1 ≤ N ≤ 14**.

При измерении расхода умеренно-сжатых газовых смесей по ГСССД МР 118-2003 компонентный состав должен задаваться в различных комбинациях следующих веществ: метан, этан, пропан, нормальный и изобутан, нормальный и изопентан, гексан, гептан, азот, диоксид углерода, сероводород, кислород и водяной пар. Число компонентов смеси **N** может варьироваться в диапазоне **1 ≤ N ≤ 19**.

При измерении расхода сухого воздуха по ГСССД МР 112-2003 ввод дополнительных параметров не требуется.

1.1.4.5 Формулы расчётов

Скорость распространения **v**, м/с, ультразвукового сигнала в газе, заполняющем трубопровод, представляет собой векторную сумму скорости ультразвука в неподвижной газовой среде и скорости потока газа.

Времена распространения акустического сигнала τ , с, от ДПЭ1 к ДПЭ2 и от ДПЭ2 к ДПЭ1 вдоль i -го канала соответственно равны:

$$\tau_{12} = \frac{L_i}{C + v_i \cos \varphi_i}, \quad (2)$$

$$\tau_{21} = \frac{L_i}{C - v_i \cos \varphi_i}, \quad (3)$$

где:

Y – количество акустических измерительных каналов;

L_i – длина акустического канала ($i=1 \dots Y$), м;

C – скорость звука, м/с;

φ – угол между осью измерительного участка и i -м лучом, градусы.

Длина акустического канала L_i , м, измеряется координатно-измерительной машиной.

Скорость v_i , м/с, вдоль i -го канала равна, соответственно:

$$v_i = \frac{L_i}{2 \cos \varphi_i} \left(\frac{1}{\tau_{12}} - \frac{1}{\tau_{21}} \right), \quad (4)$$

Скорость звука C , м/с:

$$C = \frac{L_i}{2} \left(\frac{1}{\tau_{12}} + \frac{1}{\tau_{21}} \right), \quad (5)$$

Средняя скорость на луче $v_{ср\ i}$, м/с, является средним значением всех действительных измеренных значений, сохраняемых в памяти:

$$v_{ср\ i} = \frac{\sum_{\text{действ}} v_i}{N_{\text{действ}}}, \quad (6)$$

Процентная доля действительных измерений $N_{\text{действ}}$ является критерием отбраковки измерения по данному каналу (заводская настройка критерия: $N_{\text{действ}} \geq 95$)

Средняя скорость потока v_a , м/с, есть средневзвешенное значение суммы скоростей всех каналов измерения по всем измерительным акустическим каналам:

$$v_a = \sum_{i=1}^Y K_i v_{ср\ i}, \quad (7)$$

где:

K_i – весовые коэффициенты.

Объёмный расход в рабочих условиях $Q_{V\ p}$, м³/ч, вычисляется по формуле:

$$Q_{V\ p} = S v_a, \quad (8)$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (9)$$

где:

S – площадь сечения трубопровода, м²;

d – диаметр измерительного участка, м.

Полученный объёмный расход Q_{Vp} , м³/ч, в силу различных факторов, в первую очередь, индивидуальных особенностей конкретного экземпляра КИУ, отличается от реального объёмного расхода $Q_{V \text{ корр}}$, м³/ч, на величину поправочного коэффициента $k_{\text{корр}}$. Этот поправочный коэффициент определяется при калибровке КИУ:

$$Q_{V \text{ корр}} = Q_{Vp} k_{\text{корр}}, \quad (10)$$

Приведённый к стандартным условиям объёмный расход газа $Q_{\text{ст}}$, м³/ч, рассчитывается по измеренным значениям объёмного расхода и корректируется по давлению и температуре с учётом коэффициента сжимаемости:

$$Q_{\text{ст}} = \frac{Q_{V \text{ корр}} P_p T_{\text{ст}}}{K_{\text{сж}} P_{\text{ст}} T_p}, \quad (11)$$

где:

P_p и **T_p** – измеренные давление и температура при рабочих условиях;

P_{ст} и **T_{ст}** – давление и температура при стандартных условиях;

K_{сж} – коэффициент сжимаемости газа.

Приведённый объём газа **V_н**, м³, прошедшего по трубопроводу за определённый период времени **τ**, с, вычисляется по формуле:

$$V_n = \Delta\tau \sum_{i=1}^n Q_{ni}, \quad (12)$$

$$\Delta\tau = (\tau_n - \tau_k)/n, \quad (13)$$

где:

n – количество интервалов дискретизации в течение времени (**τ_н** – **τ_к**).

Стандартными условиями, к которым приводится измеренный при рабочих условиях объём газа, являются:

- температура **T_{ст}** = 20 °C (293,15 K);
- давление **P_{ст}** = 760 мм рт. ст. (0,101325 МПа).

Величина падения давления измеряемой среды, вызванного установкой ФП во входном ПУ, **ΔP_{ФП}**, Па, рассчитывается по формуле:

$$\Delta P_{\text{ФП}} = \xi \frac{\rho v_a^2}{2}, \quad (14)$$

где:

ρ – плотность измеряемой среды в рабочих условиях, кг/м³;

ξ – коэффициент гидравлического сопротивления ФП. Для диска Zanker по ГОСТ 8.586.1-5-2005 $\xi = 3$, для комбинированного ФП (аналог диска Zanker и трубчатый струевыпрямитель по ГОСТ 8.586.1-5-2005) $\xi = 3,75$.

1.1.5 Обеспечение взрывозащищённости

Измерительный комплекс с БЭР ВМПЛ3.857.001, ВМПЛ3.857.001-01 или БЭР-ВР ВМПЛ5.857.007 относится к взрывозащищённому электрооборудованию по ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011), сертифицирован на соответствие ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах».

Взрывозащищённые составные части прибора могут устанавливаться во взрывоопасных зонах внутри и снаружи помещений согласно ПУЭ (глава 7.3) и другим нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных зонах.

Взрывозащищённость КИУ обеспечивается видами взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» **d** по ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011), ГОСТ 30852.1-2002 (МЭК 60079-1:1998), ГОСТ IEC 60079-1-2011 и «искробезопасная электрическая цепь уровня **ib**» по ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011). Эти виды взрывозащиты обеспечиваются конструктивными и схемотехническими решениями исполнения БЭР/ БЭР-ВР и других составных частей прибора (датчиков давления ДА-018 и ДИ-017, датчиков перепада давления ДП-022, датчиков пьезоэлектрических, термопреобразователей сопротивления). Конструкция составных частей комплекса «-500» выполнена с учётом общих требований ГОСТ IEC 60079-1-2011 и ГОСТ 30852.1-2002 (МЭК 60079-1:1998) для электрооборудования, размещаемого во взрывоопасных зонах.

Реализация вида взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» обеспечивается заключением электрических частей прибора во взрывонепроницаемую оболочку по ГОСТ 30852.1-2002 (IEC 60079-1:1998), ГОСТ IEC 60079-1-2011, которая выдерживает давление взрыва внутри неё и исключает передачу взрыва в окружающую среду, а также соблюдением общих технических требований к взрывозащищённому электрооборудованию по ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011) и ГОСТ 30852.13-2002 (IEC 60079-14:1996).

Взрывонепроницаемая оболочка состоит из корпуса и крышек, изготовленных из алюминиевого сплава Д16Т, а также ряда других элементов. Взрывонепроницаемость конструкции обеспечивается цилиндрическими и резьбовыми соединениями её составных частей с допустимыми по ГОСТ 30852.1-2002 размерами и длинами зазоров. Конструкция применённых взрывозащищённых кабельных вводов удовлетворяет условию нераспространения взрыва наружу из оболочки через места уплотнения кабелей.

Взрывоустойчивость оболочки проверяется при её изготовлении путем пневматических испытаний избыточным давлением 2,0 МПа за время не менее 10 с. Отсутствие лёгких сплавов с содержанием магния более 6 % обеспечивает фрикционную искробезопасность. Электростатическая искробезопасность обеспечивается отсутствием пластмассовых наружных частей оболочки и толщиной наружного лакокрасочного покрытия, не превышающей 0,2 мм. Герметичность оболочки достигается применением уплотнительных колец, обеспечивающих степень защиты не ниже **IP65** по ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013).

Крепёжные детали составных частей оболочки, а также контактные токоведущие и заземляющие зажимы предохранены от самоотвинчивания пружинными шайбами. Максимальная температура поверхности наружных и внутренних частей оболочки не превышает плюс 85 °С.

Снимаемые крышки оболочки защищены от несанкционированного отворачивания пломбируемыми стопорами. На крышках имеются предупредительные надписи «**ОТКРЫВАТЬ ВО ВЗРЫВООПАСНОЙ СРЕДЕ ЗАПРЕЩАЕТСЯ**».

Обеспечение вида взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь" достигается за счет применения барьеров искрозащиты, ограничивающих энергию электрических цепей питания составных частей прибора до искробезопасных значений в соответствии с ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079.11:2011).

Пути утечек, электрические зазоры и электрическая изоляция искробезопасных цепей соответствуют требованиям ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079.11:2011).

Разъёмы для подключения искробезопасных цепей маркированы синим цветом.

Составные части КИУ имеют следующие виды и маркировки взрывозащиты:

- Блоки электроники ВМПЛ3.857.001, ВМПЛ3.857.001-01 и вычислитель (корректор) расхода ВМПЛ5.857.007 имеют вид взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» по ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011), ГОСТ 30852.1-2002 (МЭК 60079-1:1998), и «искробезопасная электрическая цепь уровня «**ib**» по ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011).

Маркировка взрывозащиты: **1Ex d[ib IIC] IIA T6 Gb**.

- Датчики пьезоэлектрические ВМПЛ5.129.003, ВМПЛ5.129.011, ВМПЛ5.129.013, ВМПЛ5.129.014, ВМПЛ5.129.018, КРАУ5.129.009-05 имеют вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь уровня «**ib**» по ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011).

Маркировка взрывозащиты: **1Ex ib IIA T6 Gb X**.

Знак «**X**», следующий за маркировкой пьезоэлектрических датчиков в составе комплексов означает, что они должны использоваться с БЭР/ БЭР-ВР.

- Датчики давления ДИ-017 КРАУ2.849.017, ДА-018 КРАУ2.849.018 имеют вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь уровня «**ib**» по ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011).

Маркировка взрывозащиты: **1Ex ib IIC T5 Gb**;

- Датчик перепада давления ДП-022 КРАУ2.849.022 имеют вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь уровня «**ib**» по ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011).

Маркировка взрывозащиты: **1Ex ib IIC T5 Gb**.

- Термопреобразователи сопротивления: тип ТСПТ Exd (изготовитель: «ПК «ТЕ-СЕЙ»»), тип ТС Метран-2000 (изготовитель: ЗАО «ПГ «Метран»»), тип ТСП 012 (изготовитель: ЗАО СКБ «Термоприбор») имеют вид взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» по ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011), ГОСТ 30852.1-2002 (МЭК 60079-1:1998).

Маркировка взрывозащиты: **1Ex d IIC T6 X**.

Знак «**X**», следующий за маркировкой термопреобразователей сопротивления в составе комплексов означает, что:

- они должны применяться с сертифицированными кабельными вводами и заглушками, обеспечивающими необходимый вид и уровень взрывозащиты и степень защиты оболочки;
- при монтаже и эксплуатации термопреобразователей необходимо исключить нагрев поверхности оболочки выше значений, допустимых для температурного класса **T6**.

Примечание – Допускается использование термопреобразователей сопротивления классов точности *A* и *AA* других производителей с характеристиками взрывозащиты не хуже **1Ex d IIC T6 X**

- Термочехол обогреваемый – взрывозащищенный имеет вид взрывозащиты «повышенная надежность против взрыва «е» по ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011) и ГОСТ 31610.7-2017 (IEC 60079-7:2015).

Маркировка взрывозащиты: **2Ex e II T6**.

- Блок питания постоянного тока DRAN30-24, источник бесперебойного питания постоянного тока PS2405, блок интерфейсный ВМПЛЗ.622.003 – не взрывозащищенные.

Электропитание взрывозащищенного оборудования осуществляется:

- БЭР ВМПЛЗ.857.001, ВМПЛЗ.857.001-01, и БЭР-ВР ВМПЛ5.857.007 – от блока питания постоянного тока или источника бесперебойного питания постоянного тока напряжением от 18 до 36 В;
- датчика избыточного давления ДИ-017, датчика абсолютного давления ДА-018, датчика перепада давления ДП-022 – от БЭР или БЭР-ВР;
- термочехла взрывозащищенного – от сети переменного тока 220 В, 50 Гц.

1.1.6 Средства измерения, инструмент и принадлежности

Подбор СИ, используемых при поверке прибора, произведён в соответствии с методикой поверки МП 1375-13-2022.

Инструмент и принадлежности, используемые при монтаже и обслуживании, приведены в Таблице 15.

Таблица 15

Наименование инструмента	Типоразмер инструмента	Примечание
Ключ специальный	Квадрат 17	Для монтажа пьезоэлектрических датчиков (кроме ВМПЛ5.129.013 и ВМПЛ5.129.018)
Ключ	Квадрат 1/2"	Для монтажа пьезоэлектрических датчиков ВМПЛ5.129.013 и ВМПЛ5.129.018
Гаечный ключ с открытым зевом двусторонний 24х27	Ключ 7811-0026 Н С1 Х9 ГОСТ 2839-80	Для монтажа термопреобразователя сопротивления
Гаечный ключ с открытым зевом двусторонний 30х32	Ключ 7811-0042 Н С1 Х9 ГОСТ 2839-80	Для монтажа датчиков ДИ-017 и ДА-018
Гаечный ключ с открытым зевом двусторонний 17х19	Ключ 7811-0023 Н С1 Х9 ГОСТ 2839-80	Для монтажа датчиков ДИ-017, ДА-018 и ДП-022
Гаечный ключ с открытым зевом двусторонний 22х24	Ключ 7811-0025 Н С1 Х9 ГОСТ 2839-80	Для установки кабельных вводов
Гаечный ключ с открытым зевом двусторонний 10х12	Ключ 7811-0004 Н С1 Х9 ГОСТ 2839-80	Для монтажа блока электроники
Гаечный ключ с открытым зевом двусторонний 7х8	Ключ 7811-0006 Н С1 Х9 ГОСТ 2839-80	Для болта заземления на БЭР/ БЭР-ВР
Отвертка 1,2х8	Отвертка слесарная 7810-0969 ГОСТ 17199-88	Для монтажа разъёмов
Отвертка 0,5х2,3	Отвертка слесарная 7810-0965 ГОСТ 17199-88	Для монтажа кабеля питания и связи
Отвертка крестовая	РНЗ	Для монтажа хомута датчика давления
Ключ шестигранный	5 мм	Для монтажа хомута датчика давления

1.1.7 Маркировка и пломбирование

1.1.7.1. Маркировка

На корпусе прибора установлена табличка со следующими данными:

- товарный знак;
- знак утверждения типа средств измерений ;
- наименование прибора;
- специальный знак взрывобезопасности ;
- маркировка взрывозащиты;
- единый знак обращения продукции ;
- диапазон температуры окружающей среды « $-40 \leq t_a \leq +60$ °C»;
- наименование органа по сертификации и номер сертификата;
- диапазон допускаемого напряжения питания;
- страна изготовитель и сайт предприятия-изготовителя;
- заводской номер (содержащий дату изготовления).

На табличке могут быть нанесены вспомогательные надписи, разъясняющие условные обозначения и единицы измерения параметров, основные сведения о данном экземпляре прибора.

Пример расшифровки заводского номера прибора (№ □□□□□□□□):

- первый и второй разряды: две последние цифры года изготовления прибора;
- третий и четвертый разряды: месяц изготовления прибора;
- пятый, шестой, седьмой, восьмой разряды: номер по системе нумерации завода-изготовителя. Цифра «2» в пятом разряде используется для обозначения приборов, укомплектованных двумя БЭР, либо БЭР и, дополнительно, БЭР-ВР.

На корпусе БЭР или БЭР-ВР рядом с болтом для заземления нанесен знак заземления по ГОСТ 21130-75.

Все блоки, запасные и сменные части, принадлежности, входящие в комплектность при поставке прибора, имеют маркировку, установленную в конструкторских документах на эти блоки и части.

Транспортная тара имеет маркировку по ГОСТ 14192-96, в том числе манипуляционные знаки: «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх».

1.1.7.2. Пломбирование

Установка заводской пломбы БЭР/ БЭР-ВР КИУ производится мастикой в углубление стопора удлинительной трубы передней крышки (**Рисунок 5**, поз. 1) над головкой крепежного винта (**Рисунок 5**, поз. 2). Внешний вид стопора передней крышки до момента пломбирования аналогичен изображённому на **Рисунке 8** поз. 1 стопору задней крышки.



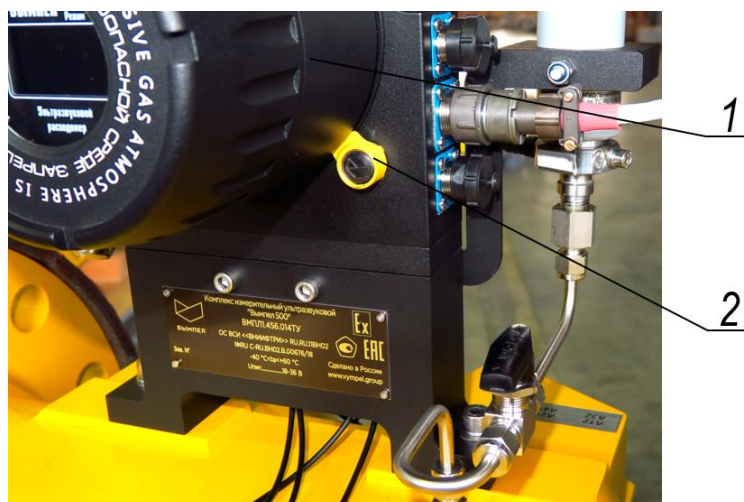
ВНИМАНИЕ

В случае отсутствия заводской пломбы информация должна быть оперативно доведена до сведения службы техподдержки изготовителя.



ВНИМАНИЕ

Отсутствие заводской пломбы (**Рисунок 5**, поз. 2) при активированном аппаратном ключе (и отсутствии в архиве заводских метрологических тревог записей о деактивации аппаратного ключа) не является основанием для проведения внеочередной проверки.



1– труба передней крышки; 2 – стопор с пломбой

Рисунок 5 - Элементы фронтальной части БЭР

1.1.8 Упаковка

Упаковывание прибора производится согласно чертежам предприятия-изготовителя в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 35 °С и относительной влажности воздуха до 80 % при отсутствии в окружающем воздухе агрессивных примесей.

Перед упаковыванием приборы подвергаются консервации в соответствии с требованиями ГОСТ 9.014 (вариант защиты **ВЗ-10**) и конструкторской документации на упаковку.

Перед упаковыванием отверстия и резьбы должны быть закрыты колпачками или заглушками, предохраняющими внутренние полости от загрязнения, а резьбы от механических повреждений.

Упаковка обеспечивает сохранность приборов при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, транспортировании и хранении, а также защиту от воздействия климатических факторов и механических нагрузок.

Эксплуатационная и товаросопроводительная документация обернута водонепроницаемым материалом и уложены под крышку тары на верхний слой упаковочного материала.

1.2 Описание и работа составных частей изделия

1.2.1 Общие сведения

Список основных составных частей измерительного комплекса приведён в п. 1.1.3, их габаритные размеры приведены в приложении Д.

1.2.2 Блок электроники (БЭР) и внешний вычислитель (корректор) расхода (БЭР-ВР)

БЭР производит управление режимами работы ДПЭ, обработку сигналов и вычисление объёмного расхода и объёма газа при рабочих условиях. БЭР имеет стандартный цифровой интерфейс **RS-485** и два гальванически развязанных пропорциональных частотных выхода. По каналу связи **RS-485** возможно производить настройку и конфигурирование БЭР.

Вычислитель (корректор) расхода, интегрированный в БЭР, производит приведение результатов измерений объёмного расхода и объёма газа к стандартным условиям по стандартизованным методам ГОСТ Р 8.662-2009, ГОСТ 30319.2-2015, ГОСТ 30319.3-2015, ГСССД МР 112-2003, ГСССД МР 113-2003, ГСССД МР 118-2005 с учётом результатов измерения давления и температуры газовой среды. Для функции дублирования СИ в соответствии с требованиями СТО Газпром 5.37-2020 в КИУ возможно применение дополнительно БЭР-ВР, либо внешних вычислителей (корректоров) расхода сторонних производителей.

БЭР-ВР конструктивно аналогичен БЭР, также имеет стандартный цифровой интерфейс **RS-485**, обеспечивающий возможность конфигурирования, и, дополнительно, последовательный цифровой интерфейс (**UART**) для подключения к основному БЭР КИУ.

БЭР и БЭР-ВР представляют собой алюминиевый корпус с установленными на нём герметичными разъёмами и герметичными кабельными вводами для подключения датчика давления, термопреобразователя сопротивления, пьезоэлектрических датчиков и коммуникационных кабелей. Во фронтальную крышку корпуса вмонтировано окошко индикатора. Степень защиты по ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013) для БЭР/ БЭР-ВР не ниже **IP65**. Внутри корпуса блока установлены электронные платы функциональных устройств.

Соединения датчиков с БЭР выполнены с помощью герметичных кабельных вводов и разъёмов.

1.2.3 Датчики ультразвуковые пьезоэлектрические

В зависимости от комплектации в КИУ могут быть установлены пьезоэлектрические датчики ВМПЛ5.129.003, ВМПЛ5.129.011, ВМПЛ5.129.013, ВМПЛ5.129.014, ВМПЛ5.129.018 или КРАУ5.129.009-05. Конструктивно ДПЭ состоит из корпуса, выполненного из нержавеющей стали или титана, в теле которого расположен гермоввод для кабеля, обеспечивающего подачу электрических импульсов на излучатель. Внутренний объём корпуса со стороны излучателя заливается компаундом.

ДПЭ всегда устанавливаются попарно и работают попеременно в режимах «излучатель» и «приёмник». В режиме «излучатель» ДПЭ1 генерирует ультразвуковые волны в результате изменения геометрических размеров пьезокерамического кольца при подаче на него электропитания. Ультразвуковые волны принимаются парным ДПЭ2, работающим в данный момент в режиме «приёмник». В режиме «приёмник», наоборот, под действием ультразвукового сигнала (посланного парным «передатчиком» ДПЭ2) в пьезокерамическом кольце ДПЭ1 генерируется электрический сигнал.

Уплотнение корпуса датчика в корпусе КИУ обеспечивается стандартными резиновыми кольцами по ГОСТ 9833-73. Подсоединение кабеля подачи питания производится с помощью

разъёмного коаксиального соединителя. Снаружи посадочное место в корпусе КИУ с установленным датчиком герметизируется резиновой заглушкой.

1.2.4 Датчик давления

В качестве датчика давления (далее - ДД) в составе КИУ используются датчик абсолютного давления либо датчик избыточного давления (определяется на стадии предзаказа по данным опросного листа).

Датчики состоят из чувствительного элемента и электронной платы на базе микропроцессора, установленных в цилиндрическом корпусе. Чувствительный элемент первичного преобразователя представляет собой смонтированный в индивидуальном корпусе тензорезистивный сенсор. Давление измеряемой среды через систему мембран вызывает деформацию пластины тензорезистивного сенсора, что приводит к изменению его электрического сопротивления. В результате первичный преобразователь генерирует сигнал с напряжением, пропорциональным приложенному давлению. Электронная плата обеспечивает питание первичного преобразователя постоянным током и преобразование напряжения первичного преобразователя в нормированный цифровой выходной сигнал.

Для пропорционального преобразования избыточного давления в электрический сигнал в комплексах «-500» используются датчики избыточного давления ДИ-017 КРАУ2.849.017, для пропорционального преобразования в электрический сигнал абсолютного давления – датчики абсолютного давления ДА-018 КРАУ2.849.018.

Более подробная информация изложена в КРАУ2.849.004 РЭ.

1.2.5 Термопреобразователь сопротивления

В составе КИУ используется погружной ТС. Для исключения влияния на профиль скоростей потока ТС обычно устанавливается на выходном прямом участке на достаточном удалении от измерительного участка (от двух до пяти DN по ГОСТ 8.611-2013).

В ТС, используемых в КИУ «-500», чувствительный элемент, являющийся измерительным узлом первичного преобразователя температуры, конструктивно представляет собой металлическую проволоку или плёнку, нанесённую на диэлектрическую подложку, и имеет известную зависимость электрического сопротивления от температуры.

Принцип работы ТС основан на изменении электрического сопротивления чувствительного элемента пропорционально изменению температуры потока газа. ТС обеспечивают непрерывное преобразование температуры в электрический сигнал, передающийся по кабелю в БЭР/БЭР-ВР.

Как правило, ТС используется с защитной гильзой.

1.2.6 Блок интерфейсный

БИ предназначен для оптимизации процесса сбора, трансляции и хранения данных, а также для удалённой корректировки настраиваемых параметров приборов учёта расхода газа производства «НПО «». Представляет собой электронный модуль, реализованный на базе микроконтроллера.

Подключение КИУ осуществляется к цифровому интерфейсу **RS-485«IN»**. Для коммуникации с внешними системами в БИ предусмотрена возможность использования трёх цифровых интерфейсов: двух **RS-485 (RS-485 «OUT» и RS-485DB9)** и одного **RS-232DB9**.

Подробно характеристики, монтаж и процедура использования БИ приведены в ВМПЛЗ.622.003 РЭ.

1.2.7 Датчик перепада давления

ДПД предназначен для контроля и оценки степени загрязнённости ФП по уровню перепада давления на нём. ДПД преобразует разность давлений на входе ФП и выходе из него в цифровой сигнал **RS-232**. В КИУ «-500» используются ДПД ДП-022 КРАУ2.849.022 без индикатора, классы точности – в соответствии с документацией.

Устройство и принцип работы ДПД аналогичны ДД (см. п. 1.2.4).

Более подробная информация изложена в КРАУ2.849.004 РЭ.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1. Для обеспечения качественного функционирования изделия пусконаладочные работы (далее - ПНР) проводятся только специалистами «НПО «» в условиях реальной эксплуатации КИУ (при загрузке трубопровода измеряемой средой под рабочим давлением) по отдельному договору на проведение ПНР.

2.1.2. К эксплуатации и обслуживанию прибора могут быть допущены только лица, прошедшие специальную подготовку.

2.1.3. Эксплуатация прибора должна осуществляться в соответствии с настоящим РЭ.

2.1.4. При монтаже и эксплуатации прибора необходимо дополнительно руководствоваться следующими документами:

- Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), 2003 г;
- Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии (ПТЭЭП). Приказ Минэнерго РФ от 12 августа 2022 г. №811;
- Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭЭ) 2020г.;
- ФНиП «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»;
- ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.3.009-76 «ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 8.611-2013 «ГСИ. Расход и количество газа. Методика (метод) измерений с помощью ультразвуковых преобразователей расхода».
- Приказом №2825 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. «Государственная поверочная схема для средств измерений объёмного и массового расходов газа».



ВНИМАНИЕ

Перед проведением любых сварочных и монтажных работ на трубопроводе электропитание КИУ должно быть отключено!



ВНИМАНИЕ

При монтаже измерительного трубопровода КИУ бесфланцевого исполнения "02" на магистральных газопроводах обязательна установка трубных электроизолирующих вставок для защиты электронных компонентов КИУ от действия оборудования электрохимической защиты и/или наведённых токов!

2.1.5. Во время наладочных работ при включённом приборе запрещается подключать и отключать кабели и провода, идущие к прибору.

2.1.6. Подключение соединительных кабелей и проводов должно производиться только после их обесточивания со стороны источника электрического тока.

2.1.7. При установке прибора не допускается подвергать его трению или ударам, способным вызвать искрообразование.

2.1.8. ДПЭ, ДД, ТС, БЭР, БЭР-ВР, ДПД могут устанавливаться во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок согласно ПУЭ (глава 7.3) и другим директивным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных зонах.

2.1.9. Блок питания постоянного тока, источник бесперебойного питания постоянного тока, блок интерфейсный эксплуатируются вне взрывоопасной зоны.

2.1.10. В процессе эксплуатации прибора коррекция времени может производиться не более чем на ± 2 ч от текущего времени.

2.2 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия к монтажу

К проведению работ по монтажу (демонтажу) прибора допускаются лица:

- имеющие право на проведение работ с взрывозащищённым оборудованием на объектах установки;
- ознакомившиеся с документацией на изделие и вспомогательное оборудование, используемое при монтаже.

2.2.2 Подготовка к монтажу

Порядок действий при подготовке к монтажу.

2.2.2.1. При получении прибора необходимо убедиться в сохранности тары. В случае её повреждения следует составить акт.

2.2.2.2. В зимнее время транспортную тару распаковывают в отапливаемом помещении не менее чем через 12 ч после внесения её в помещение.

2.2.2.3. Проверить комплектность в соответствии с формуляром ВМПЛ1.456.014 ФО.

2.2.2.4. При получении прибора рекомендуется завести на него журнал учёта наработок, повреждений и отказов в соответствии с формуляром, в котором должны быть указаны: наименование и заводской номер прибора, наименование организации, поставившей прибор, а также данные, касающиеся эксплуатации прибора, например: дата установки; наименование организации, установившей прибор; место установки; записи по обслуживанию с указанием имевших место неисправностей и их причин, по произведенному ремонту и т.п.

2.2.2.5. Произвести расконсервацию (см. п. 3.1.7) и наружный осмотр прибора. Необходимо проверить маркировку взрывозащиты в соответствии с п. 1.1.7, заземляющие устройства и крепящие элементы, а также убедиться в целостности корпусов составных частей прибора и пломб. Особое внимание следует уделить внутренней поверхности измерительного участка, всем видимым компонентам ДПЭ и уплотнительным поверхностям фланцев. Любые повреждения должны быть документированы, необходимо немедленно сообщить о них изготовителю.

2.2.2.6. Порядок сборки определяется на стадии проектирования перед установкой системы. Номинальный диаметр, материал и тип фланца должны соответствовать конструкции измерительного участка. Крепёжные болты, гайки и фланцевые уплотнения должны соответствовать условиям эксплуатации, законодательным требованиям и нормам.



ВНИМАНИЕ

Любое отклонение от предусмотренного исполнения КИУ «-500» и запланированной установки необходимо согласовать с поставщиком и оформить документально перед началом работ!

2.2.3 Монтаж на трубопроводе измерительного комплекса и прямых участков

В стандартном исполнении поставляемый производителем КИУ состоит из фланцевого или бесфланцевого измерительного участка, входного прямого участка, выходного прямого участка и (при необходимости) конических переходов на стыковой трубопровод. Присоединительные размеры КИУ к трубопроводу указаны в формуляре на конкретное изделие.

Примечание - Работы на трубопроводе по его подготовке, а также монтажу КИУ «Вымпел-500» и прямых участков не входят в объём поставки.

Стрелка на измерительном корпусе указывает на главное направление потока газа (см. **Рисунок 3**).

Рекомендуется монтировать КИУ в соответствии с направлением этой стрелки, если предполагается использовать его для одного направления потока. Если КИУ предполагается эксплуатировать в реверсном режиме, стрелка указывает на направление, принятое как прямое (положительное).

Монтаж измерительного трубопровода КИУ «-500» допускается на горизонтальном, вертикальном либо наклонном участке трубопровода.

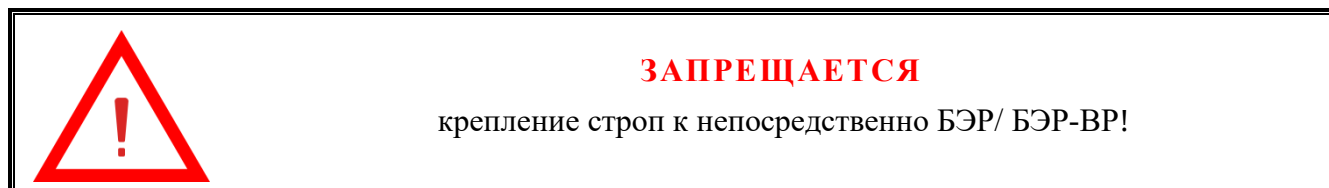
Для монтажа прибора рекомендуется пользоваться следующими инструментами, оборудованием и материалами:

- подъёмное оборудование или вилочный погрузчик с грузоподъёмностью, достаточной для работы с прибором (или с измерительным трубопроводом (КИУ в сборе с ПУ));
- линейная траверса;
- ленточные стропы;
- гаечные ключи или гайковёрты для монтажа фланцевых соединений и другой арматуры;
- фланцевые уплотнительные прокладки;
- смазка для болтов;
- аэрозоль для поиска утечек (или мыльный раствор).

Для фланцевых соединений необходимо использовать трубопроводные фланцы, болты, гайки и уплотнения, способные выдерживать как максимальные рабочие давления и температуры, так и окружающие рабочие условия (внешняя и внутренняя коррозия).

Уплотнительные фланцевые прокладки для исключения сужения внутреннего диаметра трубопровода за счёт их неправильной установки должны устанавливаться без перекосов, равномерно по всему периметру соединения.

Во избежание повреждения лакокрасочного покрытия подъём и перемещение измерительных и прямых участков рекомендуется делать с помощью линейной траверсы с использованием текстильных ленточных строп путем обвязывания их вокруг участков. Необходимо использовать подъёмные механизмы и вспомогательные средства, допустимые для конкретной массы измерительных и прямых участков.



Корпус ФИУ монтируется с использованием рым-болтов, установленных на его фланцах (см. ГОСТ 4751-73). Крепление строп допускается строго по вертикальной оси рым-болта либо под углом 45° от вертикальной оси рым-болта в плоскости кольца (Рисунок 6).



ВНИМАНИЕ

При неправильной строповке возможно повреждение модуля БЭР/ БЭР-ВР!



ЗАПРЕЩАЕТСЯ

крепление строп с отклонением от плоскости кольца рым-болта!

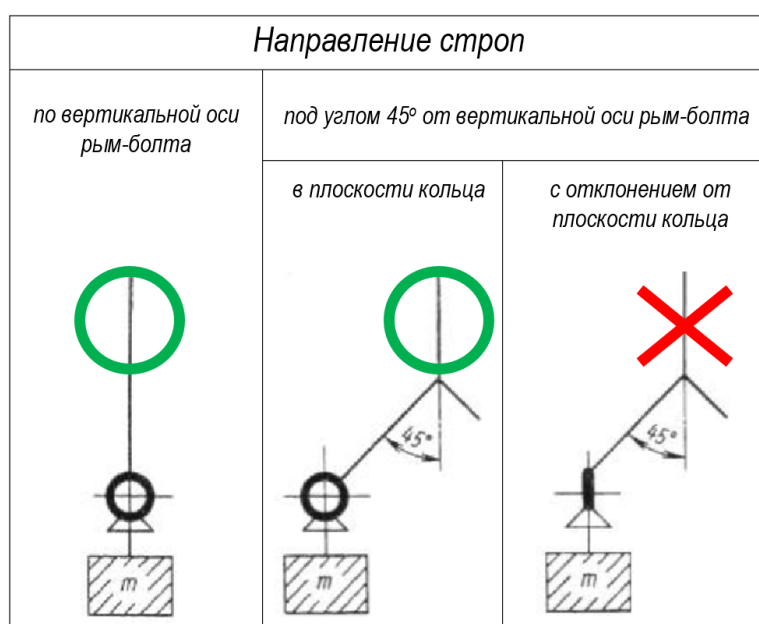


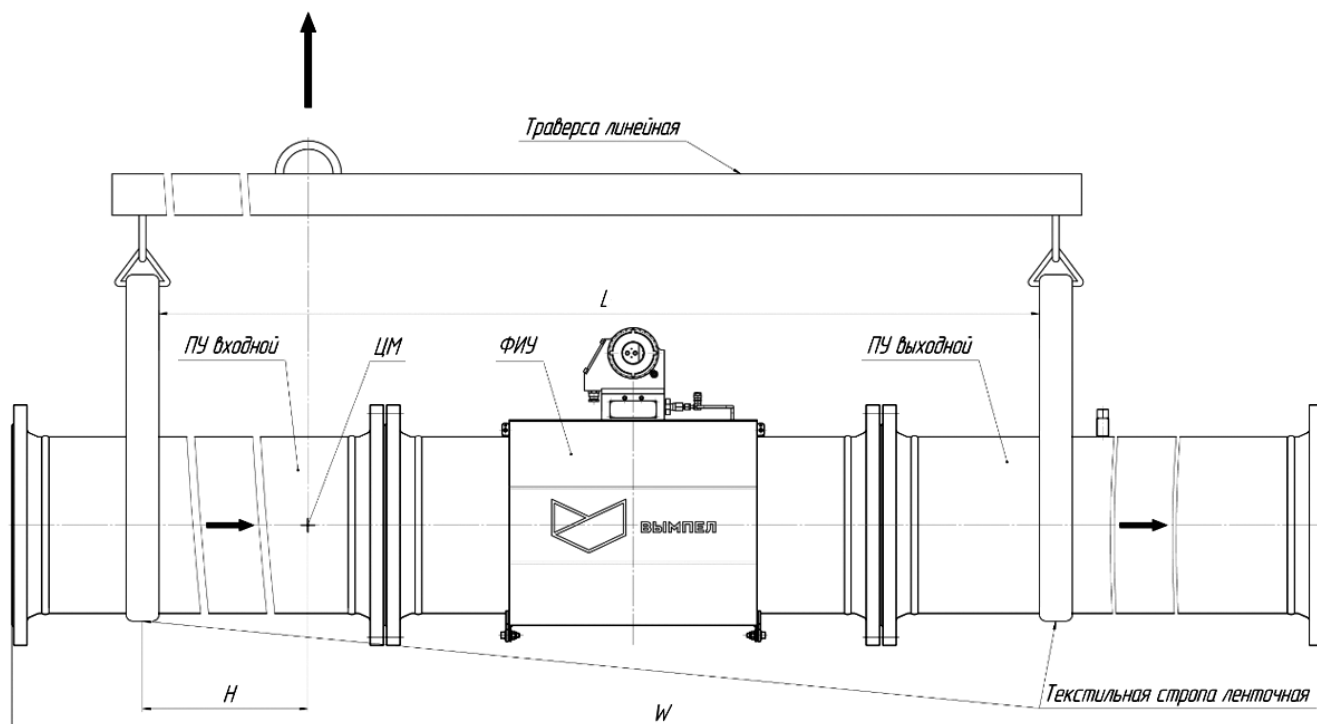
Рисунок 6 – Стropовка ФИУ

Крепёжную арматуру (комплект монтажных частей) необходимо устанавливать таким образом, чтобы были сведены к минимуму перекосы и расхождения между входным прямым участком, фланцевым измерительным участком, выходным прямым участком, входным и выходным трубопроводами.

Затяжку гаек производить по принципу «крест-накрест». Крутящий момент затяжки должен соответствовать предусмотренному конструкцией собираемого узла.

Монтаж КИУ в сборе в трубопровод производится с помощью линейной траверсы с использованием текстильных ленточных строп. Длина траверсы должна быть достаточна для безопасного проведения работ, точка подвеса траверсы по возможности должна располагаться непосредственно над центром масс. На **Рисунке 7** приведен типовой вариант строповки КИУ. Для каждого типоразмера длины **L**, **H** и **W** отличаются. При необходимости массо-центровочные характеристики конкретного КИУ можно уточнить на линии техподдержки Изготовителя.

Вварка в трубопровод бобышек (входят в комплектацию) для СИ перепада давления (ДПД) производится в соответствии с ГОСТ 8.611-2013 на расстоянии от 1DN до 3DN перед ФП.



ЦМ – центр масс; L – длина траверсы, мм; H – расстояние от края траверсы до центра масс, мм; W – длина блока собранных прямолинейных участков КИУ, мм

Рисунок 7 – Строповка собранного КИУ

2.2.4 Монтаж-демонтаж составных частей прибора

2.2.4.1. Общие указания по монтажу-демонтажу составных частей

При выполнении монтажных работ необходимо использовать инструмент в соответствии с **Таблицей 15**. Перед началом работ снять защитный кожух с прибора.

Перед монтажом составных частей прибора необходимо проверить наличие маркировки взрывозащиты, исправность электрооборудования, наличие крепежных и уплотняющих элементов, обеспечивающих взрывозащиту, наличие и целостность пломб.

При монтаже датчиков прибора принять меры, исключающие их механические повреждения.

Внешние электрические цепи прибора защитить от механических повреждений прокладкой в герметичном металлорукаве (герметичный металлорукав в полимерной оболочке, с соединителями, в исполнении, соответствующем условиям эксплуатации).

Обеспечить надёжность соединения клемм внутреннего и внешнего заземления составных частей прибора.

Монтаж составных частей прибора во взрывоопасных зонах должен выполняться в соответствии с требованиями ПУЭ (глава 7.3), ПТЭЭП (глава 3.4), настоящего РЭ, других нормативных документов, регламентирующих работы на опасных производственных объектах.

ВНИМАНИЕ



Монтаж ДПЭ под давлением осуществляется в соответствии с указаниями инструкции ВМПЛ2.009.001 РЭ (поставляется по отдельным заказам для организаций, имеющих разрешительные документы на проведение монтажных и пусконаладочных работ во взрывоопасных зонах, прошедших обучение по правилам промышленной безопасности и дополнительное обучение в «НПО «»).

Монтаж ДД и ТС выполняется в соответствии с их технической документацией, схемы монтажа приведены в **приложении Е**.

После монтажа составных частей прибора корпус измерительного участка закрыть защитным кожухом.

Схемы подключения КИУ «-500» с одним БЭР, двумя БЭР и с одним БЭР и одним БЭР-ВР представлены в **приложении Г**.

2.2.4.2. Монтаж БЭР/ БЭР-ВР

Монтаж БЭР на измерительный участок* производится в приведённой ниже последовательности:

1 – Повернуть стопор (**Рисунок 8**, поз. 1), чтобы он вышел из паза задней крышки (**Рисунок 8**, поз. 2).

2 – Открутить против часовой стрелки заднюю крышку БЭР. Под крышкой находятся разъёмы для подключения кабелей ДПЭ (4,8 или 16 шт., в зависимости от модели БЭР, **Рисунок 9**, поз. 2).

3 – Подключить кабели ДПЭ (комплект кабелей из комплекта принадлежностей измерительного участка, **Рисунок 9**, поз. 1) к разъёмам в соответствии с маркировкой и вывести их в нижнюю часть блока электроники.

4 – Кабели ДПЭ вывести из БЭР через кабельные вводы МВА25-16 (см. **Рисунок Г.1**).

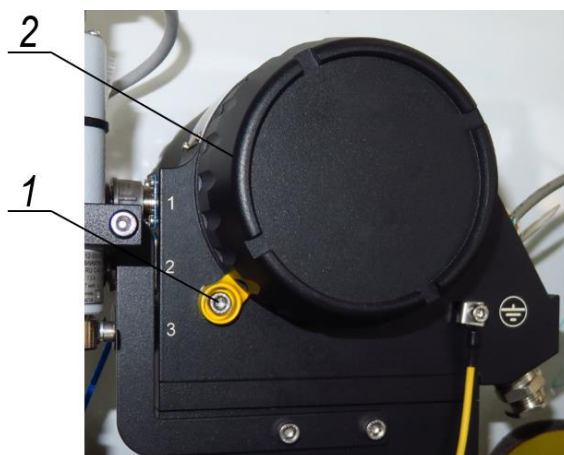
5 – Закрутить заднюю крышку БЭР и зафиксировать стопором.

6 – На верхнюю часть ФИУ/ ИУ установить стойку БЭР (**Рисунок 10**, поз. 4).

7 – Внутри стойки пропустить кабели ДПЭ.

8 – БЭР установить на стойку, прикрутить четырьмя винтами М6х12 А2 DIN912 (по два с каждой стороны, **Рисунок 10**).

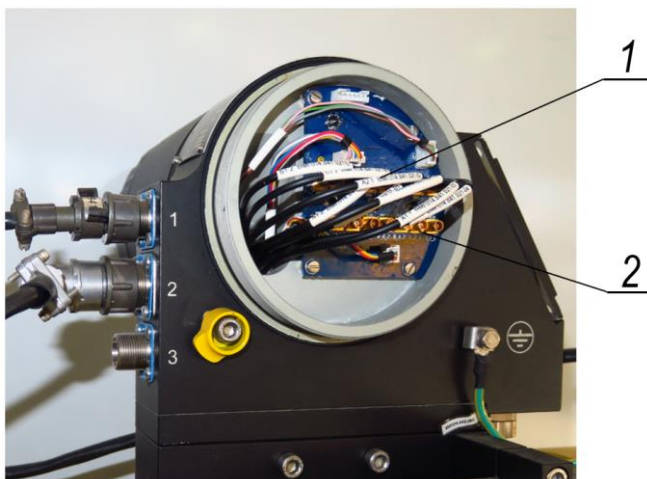
Примечание - При монтаже БЭР-ВР подключение кабелей ДПЭ (пп. 2 - 5) не производится.



1 – стопор; 2 – задняя крышка

Рисунок 8 – Расположение элементов тыльной части корпуса БЭР КИУ

* В зависимости от комплектации внешний вид, количество и расположение узлов могут отличаться от изображённых на рисунках



1 - кабели ДПЭ; 2 -разъёмы для подключения ДПЭ
Рисунок 9 – Подключение ДПЭ к БЭР



1 – измерительный участок; 2 – БЭР; 3 – индикатор БЭР; 4 – стойка; 5 -ДПЭ
Рисунок 10 – Расположение элементов КИУ на измерительном участке. Вид спереди

2.2.4.3. Монтаж пьезоэлектрических датчиков

Габаритно-установочные размеры ДПЭ приведены на **Рисунках Д.2 – Д.6**.

Монтаж ДПЭ (кроме ВМПЛ5.129.013 и ВМПЛ5.129.018) в корпус измерительного участка (**Рисунок Е.1**) производится в посадочные места (резьбовые колодцы) с помощью элементов монтажного комплекта ДПЭ ВМПЛ4.078.007, состав которого в соответствии с **Рисунком 11** и **Таблицей Е.1**:



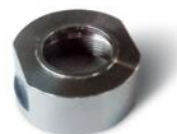
а) кольцо ВМПЛ8.248.003 (сухари 4шт.)



б) кольцо ВМПЛ8.240.004



в) гайка ВМПЛ8.935.001



г) втулка ВМПЛ8.223.011

Рисунок 11 - Монтажный комплект ДПЭ

Порядок действий при монтаже ДПЭ (кроме ВМПЛ5.129.013 и ВМПЛ5.129.018)

1 – Установить на датчик уплотнительные кольца 016-020-25-2-2 ГОСТ9833-73 – 2 шт.
(Рисунок 12 а, поз. 1).



а



б

1 – уплотнительное кольцо; 2 – проточка для сухарей

Рисунок 12 – Первый этап сборки монтажного комплекта ДПЭ

2 – Надеть на датчик втулку (Рисунок 11 г).

3 – Поместить сухари внутрь втулки и равномерно разместить по окружности в проточке датчика (Рисунок 12 а, поз. 2).

4 – Вставить кольцо.

5 – Закрутить гайку во втулку (Рисунок 12 б).



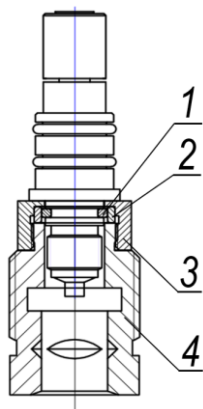
ВНИМАНИЕ

Левая резьба! Перед закручиванием смазать резьбу резьбовым фиксатором средней прочности «Loctite-243» (Henkel). Время полимеризации фиксатора – не менее 24 ч.

Гайка должна свободно закрутиться до конца (Рисунок 13 а).

Если свободно закрутить гайку до упора невозможно, комплект необходимо разобрать, убедиться в правильности расположения сухарей, собрать, не прилагая значительных усилий. При правильной сборке комплекта датчик должен иметь некоторый люфт для возможности центрирования датчика в посадочном месте при монтаже.

ДПЭ в сборе с комплектом монтажных частей и уплотнительными кольцами изображен на Рисунке 13 б.



а



б

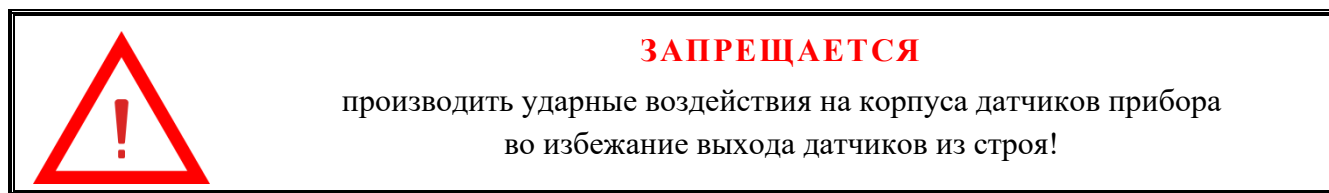


в

1 – сухари; 2 – кольцо; 3 – втулка; 4 - гайка

Рисунок 13 – Схема сборки и установка ДПЭ

6 – Вставить собранный комплект в посадочное место измерительного участка. Перед вставкой смазать уплотнительные кольца смазкой (производитель рекомендует использовать «ЦИАТИМ-221» или «ТОМФЛОН СКМ 70»).



7 – Закрутить гайку с помощью специального ключа (квадрат 17).

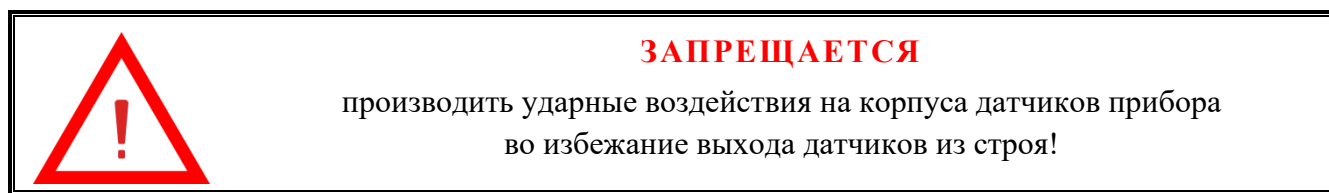
8 – Подключить к разъёму ДПЭ в соответствии с маркировкой кабель от БЭР КИУ (**Рисунок 13 в**).

9 – Колодец посадочного места ДПЭ закрыть заглушкой (**Рисунок Е.1**).

Порядок действий при монтаже ДПЭ ВМПЛ5.129.013 и ВМПЛ5.129.018

Для монтажа ДПЭ ВМПЛ5.129.013 не требуется монтажный комплект ДПЭ ВМПЛ4.078.007, он уже имеет на корпусе резьбу М24х2 под посадочное место измерительного участка.

1 – Вставить ДПЭ в посадочное место измерительного участка. Перед вставкой смазать уплотнительные кольца смазкой (производитель рекомендует использовать «ЦИАТИМ-221» или «ТОМФЛОН СКМ 70»).



2 – Закрутить с помощью ключа (квадрат 1/2").

3 – Подключить к разъёму ДПЭ в соответствии с маркировкой кабель от БЭР КИУ (**Рисунок 13 в**).

4 – Колодец посадочного места ДПЭ закрыть заглушкой (**Рисунок Е.1**)

2.2.4.4. Монтаж датчика давления

Монтаж ДД производится в соответствии с **Рисунками 14, Е.2** и **Таблицей Е.2**.

В состав комплекта монтажных частей ДД ВМПЛ4.078.031 входят:

а) кран VL82A-D6M-A-S (допускается замена на VL82A-D6M-S) (**Рисунок 14, поз. 12**);
б) переходник DAF6M-4N (допускается замена на DCF6M-4N-SA) (**Рисунок 14, поз. 11**);

в) штуцер DMC6M-2N (**Рисунок 14, поз. 13**);

г) трубка бесшовная импульсная ТНТ-3R60-6-1 L=300 h16 (**Рисунок 14, поз. 1**);

д) хомут (состоит из двух частей: нижней ВМПЛ8.665.004 (**Рисунок 14, поз. 7**) и верхней ВМПЛ8.665.005 (**Рисунок 14, поз. 8**));

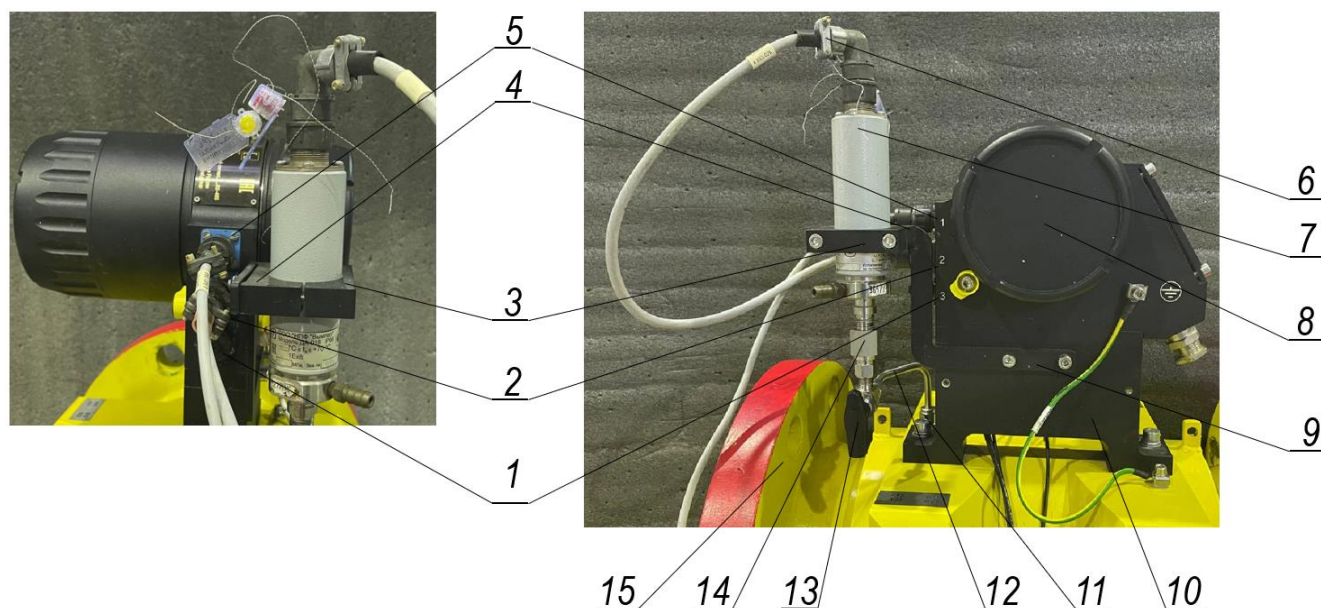
е) стойка ДД ВМПЛ4.090.071 (**Рисунок 14, поз. 9**);

ж) кабель ДД ВМПЛ4.853.026 (допускается замена на ВМПЛ4.853.026-01 или ВМПЛ4.853.026-02) (**Рисунки 14, поз. 6, И.2**).



ВНИМАНИЕ

При соединении монтажных частей использовать резьбовой герметик «Loctite-577». Время полимеризации герметика – не менее 24 ч.



1 – разъём подключения внешних цепей; 2 – разъём для подключения ДД; 3 – верхняя часть хомута; 4 – нижняя часть хомута; 5 – разъём для подключения ТС; 6 – кабель ДД; 7 – ДД; 8 – БЭР; 9 – стойка ДД; 10 – стойка БЭР; 11 – штуцер; 12 – трубка бесшовная импульсная; 13 – отсечной кран; 14 – переходник; 15 – ИУ

Рисунок 14 – Расположение элементов КИУ на ИУ. Виды справа и сзади

Порядок действий при монтаже датчика давления

- 1 – Нижнюю часть хомута (Рисунок 14, поз. 4) прикрепить винтом к стойке ДД (Рисунок 14, поз. 9).
- 2 – Стойку ДД (Рисунок 14, поз. 9) прикрепить двумя винтами к стойке БЭР (Рисунок 14, поз. 10).
- 3 – Смонтировать на ДД (Рисунок 14, поз. 7) переходник (Рисунок 14, поз. 14).
- 4 – Подсоединить к переходнику кран (Рисунок 14, поз. 13).
- 5 – Верхней частью хомута (Рисунок 14, поз. 3) прижать ДД (Рисунок 14, поз. 7) и закрутить не до упора два винта хомута.
- 6 – Штуцер (Рисунок 14, поз. 11) вкрутить в бобышку на ИУ (Рисунок 14, поз. 15).
- 7 – Соединить кран со штуцером бесшовной трубкой (Рисунок 14, поз. 12).
- 8 – Затянуть до упора винты хомута.
- 9 – Кабель ДД (Рисунок 14, поз. 6) подключить к разъёму «2» БЭР или БЭР-ВР (Рисунок 14, поз. 2).

2.2.4.5. Монтаж термopеобpазователя сопротивления

Монтаж погружного ТС производится в соответствии с Рисунком Е.3. Комплект монтажных частей ТС состоит из бобышки, медного кольца и защитной гильзы, которые выбираются исходя из предельной скорости потока газа, предельного рабочего давления и внутреннего диаметра трубопровода (в соответствии с данными опросного листа заказчика).

ТС (**Рисунок 15 а**) устанавливается в бобышку (входит в комплект ТС) на выходном прямом участке (**Рисунок 15 б**). При рабочем давлении измеряемой среды не более 2,5 МПа ТС может использоваться без защитной гильзы (**Рисунок 15 в**). При давлении больше 2,5 МПа датчик температуры используется только с защитной гильзой (**Рисунок 15 г**).

В зазор между ТС и защитной гильзой в соответствии с ГОСТ 8.611-2013 рекомендуется залить жидкое масло (например, трансформаторное), либо заполнить зазор термопастой (например, КПТ-8).

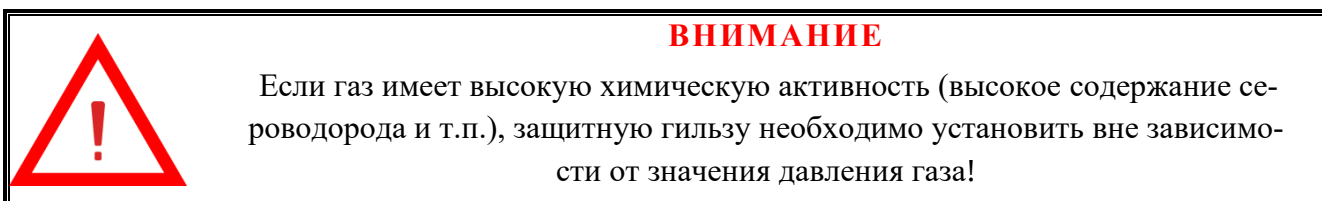
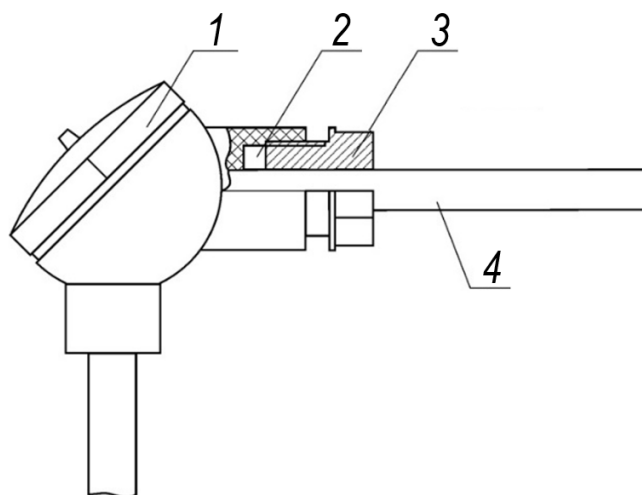


Рисунок 15 – Погружной термопреобразователь сопротивления

После монтажа ТС на измерительный трубопровод произвести подключение кабеля ВМПЛ4.841.098 (см. также **Рисунок И.1 а**) к разъёму «1» БЭР или БЭР-ВР.



1 – корпус ТС; 2 – втулка резиновая; 3 – контрящая гайка; кабель ВМПЛ4.841.098

Рисунок 16 – Схема заделки кабеля в кабельный ввод ТС

Заделка кабеля ВМПЛ4.841.098 в кабельный ввод ТС в соответствии с Рисунком 16

1 – Перед установкой кабеля необходимо вынуть заглушку из кабельного ввода, для этого отвернуть контрящую гайку (поз. 1) и вынуть заглушку.

2 – Разделанный кабель (поз. 4) вставить в корпус кабельного ввода с установленной резиновой втулкой (поз. 2).

3 – Наружная изоляция кабеля должна выходить из сальникового ввода внутрь ТС на 5...10 мм.

4 – С помощью контрящей гайки произвести уплотнение гермоввода.

2.2.4.6. Подключение прибора к электропитанию и внешним устройствам

Электропитание БЭР и БЭР-ВР осуществляется от ИБП, от ИП или через БИ (могут поставляться в комплекте с прибором по заказу в соответствии с опросным листом).

Примечание - *Электромонтажные работы, необходимые для монтажа и запуска КИУ «-500», не входят в объём поставки.*

Электрическое подключение прибора производится в соответствии со схемами, приведенными в **приложении Г**. Таблицы разъёмов приведены в **приложении Ж**, схемы кабелей – в **приложении И**. Дополнительно необходимо предварительно ознакомиться: при использовании БИ - с ВМПЛ3.622.003 РЭ; при использовании КИУ в системах с коммуникатором «ГиперФлоу-УИВК» - с КРАУ1.456.031 РЭ.

Подключение БЭР и БЭР-ВР к внешним системам возможно по двум интерфейсам:

- **RS-485 (Рисунок 18, поз. 3)** - для встраивания прибора в системы телемеханики и автоматизированного управления технологическими процессами (далее - АСУТП) или подключения ТПК для настройки;

- частотные выходы (**Рисунок 14, поз. 1**) - для поверки прибора в специализированных метрологических центрах (**Рисунки Г.8, Г.9**) или подключения вычислителей (корректоров) расхода сторонних производителей, имеющих действующее свидетельство об утверждении типа средства измерений, внесённое в Государственный Реестр СИ ФИФ ОЕИ (см. РЭ соответствующего вычислителя (корректора) расхода).

Для подключения электропитания и обеспечения коммуникации обычно используется четырёхжильный кабель питания и связи (далее – КПС). КПС должен удовлетворять требованиям, изложенным в **приложении Ж.3**.

Примечание - *В качестве КПС Изготовитель рекомендует использовать кабели **ГЕРДА-KBn2(A)-LS 2x2x0,75; МКЭКШBn2(A) 2x2x0,75; PerCon DMX 514** либо любые другие, аналогичные по характеристикам.*



ВНИМАНИЕ

Подключать кабели только при отключенном напряжении питания!

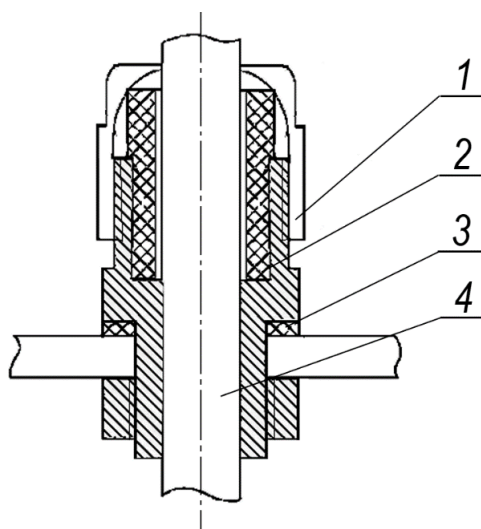
Для подключения БЭР КИУ к электропитанию и обеспечения коммуникации по интерфейсу **RS-485** с помощью КПС необходимо:

- открутить четыре винта М6х12 А2 DIN912, фиксирующие крышку разъёма (**Рисунок 18, поз. 1**), и снять крышку;

- отвернуть контрящую гайку (**Рисунок 17, поз. 1**) и вынуть заглушку из сальникового ввода;

- разделанный кабель (**Рисунок 17, поз. 4**). с установленной уплотняющей резинкой (**Рисунок 17, поз. 2**) пропустить в корпус гермоввода (**Рисунок 17, поз. 3**). Наружная изоляция кабеля должна выходить внутрь БЭР на 5...10 мм;

- подключить кабель к контактам клеммного соединителя XS1 (Рисунок 18, поз. 3) в соответствии с Таблицей 16;
- произвести уплотнение гермоввода, протянув гаечным ключом гайку (Рисунок 17, поз. 1);
- установить крышку на место и закрутить четыре винта, фиксирующие её;



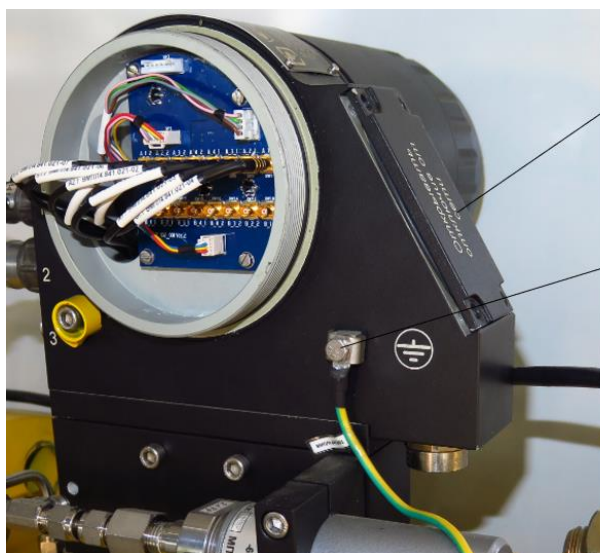
1 – контрящая гайка; 2 – уплотняющая резинка; 3 – корпус гермоввода; 4 - кабель

Рисунок 17 – Заделка кабеля в кабельный ввод БЭР и БЭР-ВР

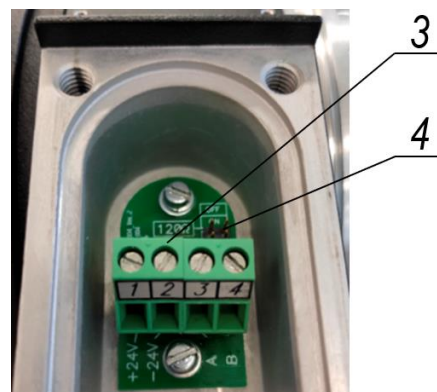


ВНИМАНИЕ

Уплотнительное кольцо под крышкой не должно иметь повреждений!



а



б

1 – крышка разъёма RS-485; 2 – винт заземления БЭР; 3 – клеммный соединитель разъёма RS-485; 4 – перемычка

Рисунок 18 – Подключение БЭР КИУ к электропитанию и АСУТП

- БЭР заземлить с помощью специального болта на корпусе, промаркированного знаком заземления по ГОСТ 21130-75 (Рисунок 17, поз.2);

- неиспользуемые кабельные вводы закрыть заглушками.

По окончании монтажа проверить сопротивление заземления. Сопротивление общей линии заземления должно быть не более 0,4 Ом.



ВНИМАНИЕ

Все составные части КИУ, имеющие сетевое электропитание, должны быть заземлены через заземляющий провод шнура электропитания, либо через зажимы заземления!



ВНИМАНИЕ

Если в информационной сети используется больше одного БЭР, на самом удалённом переключке (**Рисунок 18**, поз. 4) должна быть переставлена в положение «OFF»!

Таблица 16

Номер контакта	Назначение контакта	
1	Электропитание прибора	+ 24В
2		– 24В
3	Интерфейс RS-485	A
4		B

2.2.5 Правила и порядок осмотра и проверки готовности изделия к использованию

Заполнить трубопровод измеряемой средой и проверить смонтированный прибор и трубные соединения на предмет наличия утечек.



ВНИМАНИЕ

После завершения монтажных работ необходимо выполнять испытание на герметичность согласно соответствующим предписаниям и стандартам!

Проверка герметичности оболочки БЭР и кабельного ввода коробки распределительной (далее - КР) осуществляется путем визуального осмотра.

2.3 Использование изделия

2.3.1 Порядок действия обслуживающего персонала при выполнении задач применения изделия

Началу эксплуатации прибора предшествует выпуск приказа по предприятию о назначении лица, ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию прибора.

Ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание приборов может производиться персоналом заказчика в соответствии с РЭ.

К эксплуатации и техническому обслуживанию КИУ могут быть допущены только лица, прошедшие специальную подготовку, изучившие настоящее РЭ и получившие разрешение на право допуска к работам по обслуживанию прибора.

При испытаниях, монтаже, эксплуатации и ремонте приборов необходимо соблюдать требования руководства по эксплуатации ВМПЛ1.456.014 РЭ на прибор и положения эксплуатационной документации на его составные части.

Ввод в эксплуатацию приборов и их техническое обслуживание в объёме, дополнительном к предусмотренному эксплуатационной документацией для пользователя, должны производиться силами предприятия-изготовителя (согласно договору).

Первичная и периодические поверки приборов должны производиться предприятием-изготовителем или региональной службой метрологии и стандартизации.

При использовании приборов в составе АСУ ТП дополнительно необходимо соблюдать цеховые (объектовые) инструкции, пожарные и санитарные нормы, действующие на конкретном производстве, а также общие требования ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 31610.0.

Перед включением КИУ необходимо убедиться в соответствии его установки и монтажа указаниям, изложенным в пп. 2.2.3 – 2.2.5.

2.3.2 Порядок контроля работоспособности изделия в целом



ЗАПРЕЩАЕТСЯ

включение прибора без подключенных датчиков!

2.3.2.1. Включение прибора

Включение прибора производится в следующем порядке:

- а) подключить прибор к ТПК;
- б) подать электропитание на прибор;



ВНИМАНИЕ

Обеспечение точности параметров прибора гарантируются через 30 мин работы после подачи электропитания!

- в) включить ТПК;
- г) запустить ППО (см. п. 2.3.4);

д) с помощью ППО произвести сверку (установку) времени;



ЗАПРЕЩАЕТСЯ

эксплуатация прибора без установки даты и времени!

е) проверить все идентификационные данные ПО, параметры и настройки на их соответствие опросному листу и формуляру ВМПЛ1.456.014 ФО, после чего провести коррекцию нулевого сигнала датчика давления.



ВНИМАНИЕ

Период проведения технологических работ на измерительном трубопроводе (монтаж/демонтаж трубопровода, заполнение/стравливание измерительной секции, продувка азотом, пневмо/ гидроиспытания и др.) не является штатным режимом работы КИУ «-500». Во избежание недостоверных показаний измеренного расхода и объема газа рекомендуется осуществлять отключение измерительного комплекса на время проведения технологических работ!

2.3.2.2. Коррекция нулевого сигнала датчика давления и обнуление канала измерения скорости

Коррекция показаний каналов избыточного и абсолютного давления производится обязательно при первом включении и при проведении регламентных работ.

При необходимости допускается проводить коррекцию нулевого сигнала в канале давления во время эксплуатации комплекса. Коррекция производится с помощью программы поверки **PoverkaUS** (предоставляется Изготовителем по запросу, подробно функционал и использование см. в ВМПЛ1.456.014 ДЗ4.2).



ВНИМАНИЕ

Коррекция нулевого сигнала канала ДД проводится при атмосферном давлении в питающем патрубке!

Коррекция показаний канала абсолютного давления:

а) закрыть отсечной кран и раскрутить переходник DAF6M-4N (см. **Рисунок 14**) до разгерметизации патрубка и соединения с атмосферой со стороны ДД;

б) через 3 мин произвести коррекцию нулевого сигнала при атмосферном давлении с помощью ТПК и программы поверки **PoverkaUS** по показаниям контрольного барометра;

в) восстановить герметичность соединения переходника с датчиком.

Правильность показаний нулевого сигнала в канале абсолютного давления определяется путем сравнения показания канала абсолютного давления и показания барометра в данный момент времени. Разность показаний не должна быть более заданной погрешности на прибор в данной точке.

Коррекция показаний канала избыточного давления:

- а) закрыть отсечной кран и раскрутить переходник DAF6M-4N (см. **Рисунок 14**) до разгерметизации патрубка и соединения с атмосферой со стороны ДД;
- б) через три минуты произвести коррекцию нулевого сигнала при атмосферном давлении с помощью ТПК и программы поверки **PoverkaUS** по показаниям контрольного барометра;
- в) восстановить герметичность соединения переходника с ДД.
- г) Проверка правильности корректировки нуля канала избыточного давления производится в режиме отображения на индикаторе значения давления, при этом, в зависимости от требуемой точности, значение нулевого сигнала должно быть не более 0,005 % от ВПИ избыточного давления.

Обнуление канала измерения скорости

Обнуление канала измерения скорости производится обязательно при первом включении и при проведении периодической поверки комплекса. В межповерочный период рекомендуется осуществлять обнуление канала измерения скорости после проведения работ, связанных с остановкой и завоздушиванием измерительного трубопровода (демонтаж ДПЭ для проведения чистки или замены, пневмо- или гидроиспытания измерительного трубопровода, прочие работы, связанные с разгерметизацией измерительного трубопровода).

Обнуление осуществляется на изолированном участке измерительного трубопровода при рабочем давлении измеряемой среды с помощью программы поверки **PoverkaUS** (предоставляется по запросу, подробно функционал и использование см. в ВМПЛ1.456.014 Д34.2).



ВНИМАНИЕ

Движение измеряемой среды во время проведения обнуления канала скорости не допускается. Отсутствие движения измеряемой среды контролировать по изменению температуры и давления газа в программе **PoverkaUS**.

Корректность проведения обнуления канала скорости контролируют путем проведения имитационной поверки КИУ согласно методике поверки **МП 1375-13-2022** с помощью программы поверки **PoverkaUS**.

2.3.3 ПО СИ БЭР/ БЭР-ВР, его идентификационные параметры, функции и методы защиты

ПО СИ БЭР (**GFM Vympel-500**)/ БЭР-ВР (**GFC Vympel-500**) (Таблица 17) хранится во встроенной энергонезависимой памяти блока.

Таблица 17

Параметр		Значение
БЭР 2, 4, 8-каналь- ные	Идентификационное наименование ПО СИ	GFM Vympel-500
	Номер версии ПО СИ	4
	Цифровой идентификатор ПО СИ (FCRC)	3DCD5148
БЭР-ВР	Идентификационное наименование ПО	GFC Vympel-500
	Номер версии ПО СИ	4
	Цифровой идентификатор ПО СИ (FCRC)	2A090EA3
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения		CRC32
Уровень защиты по Р 50.2.077–2014		Высокий
Используемый протокол связи		Modbus RTU
Совместимые модели КИУ		«-500» исполне-ний «01», «02»
Пользовательское ПО верхнего уровня		V-flow

ПО СИ не разделено на модули, является метрологически значимым, уровень защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с Р 50.2.077-2014 – **«высокий»**. Оно является встроенным и не может быть модифицировано или загружено через какой-либо интерфейс на уровне пользователя. Защита ПО СИ реализована следующими аппаратными и программными методами:

- ПО СИ записывается непосредственно в память микроконтроллера на заводе-изготовителе.
- Микроконтроллер, на котором размещено ПО СИ, расположен на электронной плате под опломбированной крышкой БЭР/БЭР-ВР прибора. Получить доступ к электронным компонентам без нарушения пломбы невозможно.
- ПО СИ защищено от несанкционированного доступа аппаратным ключом.
- Аппаратный ключ опломбирован собственной пломбой.
- ПО СИ имеет уникальный цифровой идентификатор - контрольную сумму (**FCRC**), рассчитанную по алгоритму **CRC32**. Её можно проконтролировать с помощью интерфейса пользователя на ЖКД индикатора (п. 2.3.4) и ППО (п. 2.3.5).
- Сбои и иные изменения ПО СИ случайного или непреднамеренного характера, а также события, связанные с попытками преднамеренного изменения ПО СИ, его параметров, участвующих в вычислениях и влияющих на результат измерений, изменением или удалением измеренных данных в памяти СИ, фиксируются в соответствующем архиве (журнале событий). Данные архива невозможно исказить либо несанкционированно удалить без нарушения иных средств защиты ПО СИ и измеренных данных (см. п. 1.1.4.2).

- Доступ к пользовательским метрологическим и заводским технологическим регистрам возможен только по паролю, к заводским метрологическим – только по паролю при активированном аппаратном ключе.

- Доступ к пользовательскому функционалу ППО возможен только после авторизации.
- Все учётные записи пользователей ППО защищены от изменения отдельным паролем.
- В ППО отсутствует возможность влиять на заводские технологические и заводские метрологические параметры ПО СИ (п. 2.3.5).

- Перед изменением пользовательских параметров ПО СИ пользователь обязан подтвердить свои действия. Если действия пользователя некорректны или могут повлечь за собой некорректную работу прибора, выдаётся соответствующее предупреждение.

- Для заводских метрологически значимых параметров рассчитывается собственная контрольная сумма (**MCRC**), вносится в формуляр КИУ и заверяется печатью предприятия. Её можно проконтролировать с помощью интерфейса пользователя на ЖКД (п. 2.3.4) и ППО.

Функции ПО СИ:

- управление работой прибора;
- обмен информацией с составными частями прибора и обеспечение их взаимодействия;
- обработка поступающей от составных частей прибора информации по заданным алгоритмам;
- отображение информации на жидкокристаллическом дисплее (далее – ЖКД) индикатора;
- сигнализация режима КИУ с помощью СИР;
- ввод настроечных (пользовательских общих и пользовательских метрологических) параметров с помощью ППО верхнего уровня, установленного на ТПК (см. РЭ ВМПЛ1.456.014 Д34.1);
- ведение архивов: данных измерений за различные временные периоды, вмешательств и тревог;
- обеспечение связи прибора с верхним уровнем по интерфейсу **RS-485** (протокол **Modbus RTU**);
- обеспечение передачи измеренного расхода в рабочих условиях по гальванически развязанным пропорциональным частотным выходам;
- защита хранимых данных;
- самодиагностика прибора.

Доступ к пользовательским интерфейсам ПО СИ и работа с ними возможны двумя способами:

- с помощью магнитного ключа и встроенного индикатора БЭР;
- с помощью ППО.

2.3.4 Встроенный интерфейс пользователя

2.3.4.1 Основные компоненты индикатора

На **Рисунке 19** представлены основные компоненты индикатора БЭР/ БЭР-ВР КИУ. К пользовательскому интерфейсу относятся:

- зона активации магниточувствительного датчика (**поз. 2**);
- ЖКД (**поз. 4**);

- СИР (поз. 5);
- магнитный ключ (поз. 6).

После подачи электропитания на БЭР/БЭР-ВР ПО СИ выполняет ряд самодиагностических проверок, в том числе проверку целостности конфигурационных данных и неизменности исполняемого кода путем расчета контрольной суммы FCRC.

По окончании процесса загрузки ПО СИ на индикатор БЭР/БЭР-ВР на несколько секунд выводится окно (Рисунок 19) с результатом теста ЖКД и контрольной суммой ПО СИ.



1 – крышка БЭР; 2 – зона активации магниточувствительного датчика; 3 – индикатор БЭР/ БЭР-ВР; 4 – ЖКД; 5 – СИР; 6 – магнитный ключ

Рисунок 19 – Компоненты индикатора и стартовое окно БЭР/БЭР-ВР КИУ

СИР служит для оперативной оценки режима работы прибора. После загрузки ПО СИ он начинает мигать с высокой частотой. Возможны три цветовые индикации режимов:

- зелёный – нормальный режим;
- оранжевый – режим «ОШИБКА»;
- красный – деактивирован аппаратный ключ.

2.3.4.2 Окна ЖКД индикатора и формат представления данных

Пользовательская информация выводится на ЖКД последовательно десятью окнами. В верхней части каждого окна выделено поле, в котором отображается текущее время по часам БЭР/БЭР-ВР КИУ. Под ним выводится номер окна данных. В правой части поля находится пиктограмма , обозначающая, что аппаратный ключ активирован, и заводские настройки защищены от изменения. В случае обнаружения при работе какой-либо ошибки, влияющей на результаты измерений, в левой части поля выводится пиктограмма предупреждения .

ВНИМАНИЕ



Пиктограмма  обозначает деактивацию аппаратного ключа. Об её появлении следует немедленно сообщить технической поддержке производителя.

Окна переключаются последовательно по кругу, для переключения используется магнитный ключ (Рисунок 19 поз. 6), который необходимо приложить однократно к зоне активации магниточувствительного датчика (Рисунок 19 поз. 2), расположенной на индикаторе слева от ЖКД.

Реализованы следующие информационные окна:

- **(1/10): мгновенного расхода.** Выводятся значения мгновенного расхода в рабочих и стандартных условиях, соответственно, Q_p и Q_c , м³/ч, с точностью три знака после запятой. Если значение расхода составляет 100000 м³/ч и больше, то выводятся только целые. (Рисунок 20):

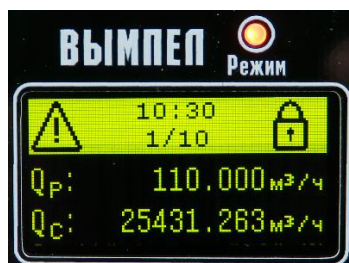


Рисунок 20 – Окно мгновенного расхода (1/10).

- **(2/10): температуры и давления (Т, Р).** Выводятся текущие значения температуры, Т, °С, с точностью два знака после запятой и абсолютного давления, Р, МПа, измеряемой среды с точностью шесть знаков после запятой. (Рисунок 21):



Рисунок 21 – Окно условий измерения (2/10).

- **(3/10): объём за последний закрытый час.** Выводятся значения объёма, измеренного за последний закрытый час в рабочих и стандартных условиях, соответственно, $V_p^ч$ и $V_c^ч$, м³, с точностью один знак после запятой (Рисунок 22):



Рисунок 22 – Окно среднечасового объёма (3/10).

- **(4/10): объём за последние закрытые сутки.** Выводятся значения объёма, измеренного за последние закрытые сутки в рабочих и стандартных условиях, соответственно, V_p^c и V_c^c , м³, с точностью один знак после запятой (**Рисунок 23**):



Рисунок 23 – Окно среднесуточного объёма (4/10).

- **(5/10): общего накопленного объёма.** Выводятся значения общего накопленного объёма в рабочих и стандартных условиях за всё время работы прибора, соответственно, V_p и V_c , м³, с точностью до целых (**Рисунок 24**):



Рисунок 24 – Окно общего объёма (5/10).

- **(6/10): окно ошибок.** Выводятся ошибки **Error 1**, **Error 2** и **Error 3** в шестнадцатеричном формате (**Рисунок 25**):

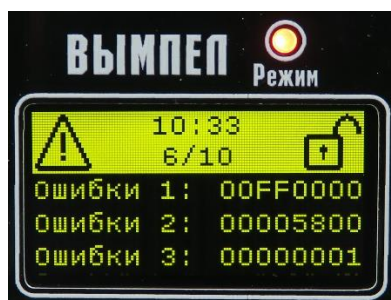


Рисунок 25 – Окно ошибок (6/10).

- **(7/10): окно даты/ времени.** Выводятся текущие дата в формате: «ДД.ММ.ГГГГ» и время в формате: «ЧЧ:ММ:СС» (**Рисунок 26**):

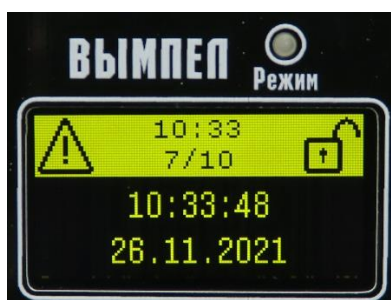


Рисунок 26 – Окно ошибок (7/10).

- **(8/10): окно общих идентификационных данных.** Выводятся наименование и версия ПО СИ и восьмизначный серийный номер прибора, S/N, (Рисунок 27):



Рисунок 27 – Окно общих идентификационных данных (8/10).

- **(9/10): окно контрольных сумм.** Выводятся контрольная сумма ПО СИ (FCRC) и контрольная сумма значений заводских метрологически значимых параметров (MCRC) (Рисунок 28):

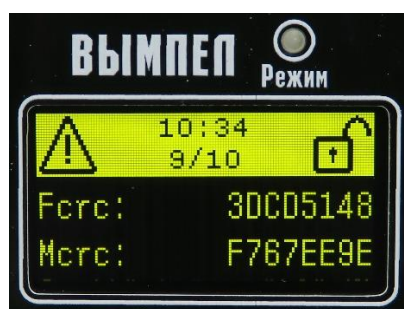


Рисунок 28 – Окно контрольных сумм (9/10).

- **(10/10): окно параметров Modbus RTU.** Выводятся скорость соединения («Скорость») и сетевой адрес БЭР/ БЭР-ВР («Адрес») (Рисунок 29):

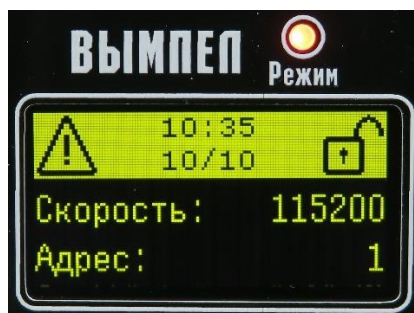


Рисунок 29 – Окно параметров Modbus RTU (10/10).

2.3.5 ППО и его основной функционал

ППО V-flow не является метрологически значимым ПО и устанавливается на ТПК оператора. Оно позволяет:

- контролировать идентификационные параметры ПО СИ;
- осуществлять доступ к данным БЭР с разными уровнями для нескольких типов пользователей;
- синхронизировать время внутренних часов БЭР с часами ТПК;
- считывать текущие значения абсолютного давления и температуры измеряемой среды;

- считывать мгновенное значение расхода измеряемой среды (в рабочих и приведенных к стандартным условиям), а также значение накопленного объема в рабочих и стандартных условиях;
- выполнять конфигурирование (настройку) КИУ путём ввода во встроенную энергонезависимую память БЭР исходных данных для выполнения измерений в конкретных условиях эксплуатации;
- модифицировать параметры расчета расходомера (параметры измеряемой среды и параметры КИУ) при определенном уровне доступа пользователя;
- осуществлять доступ к архивам (другое название – трассы), хранящимся во встроенной энергонезависимой памяти БЭР;
- создавать базы данных результатов измерений, выполненных расходомером;
- визуализировать полученные данные в виде наглядных графиков;
- экспортировать полученные данные в виде таблиц и сводных файлов.

Пример внешнего вида рабочего окна интерфейса ППО в соответствии с Рисунок 30.

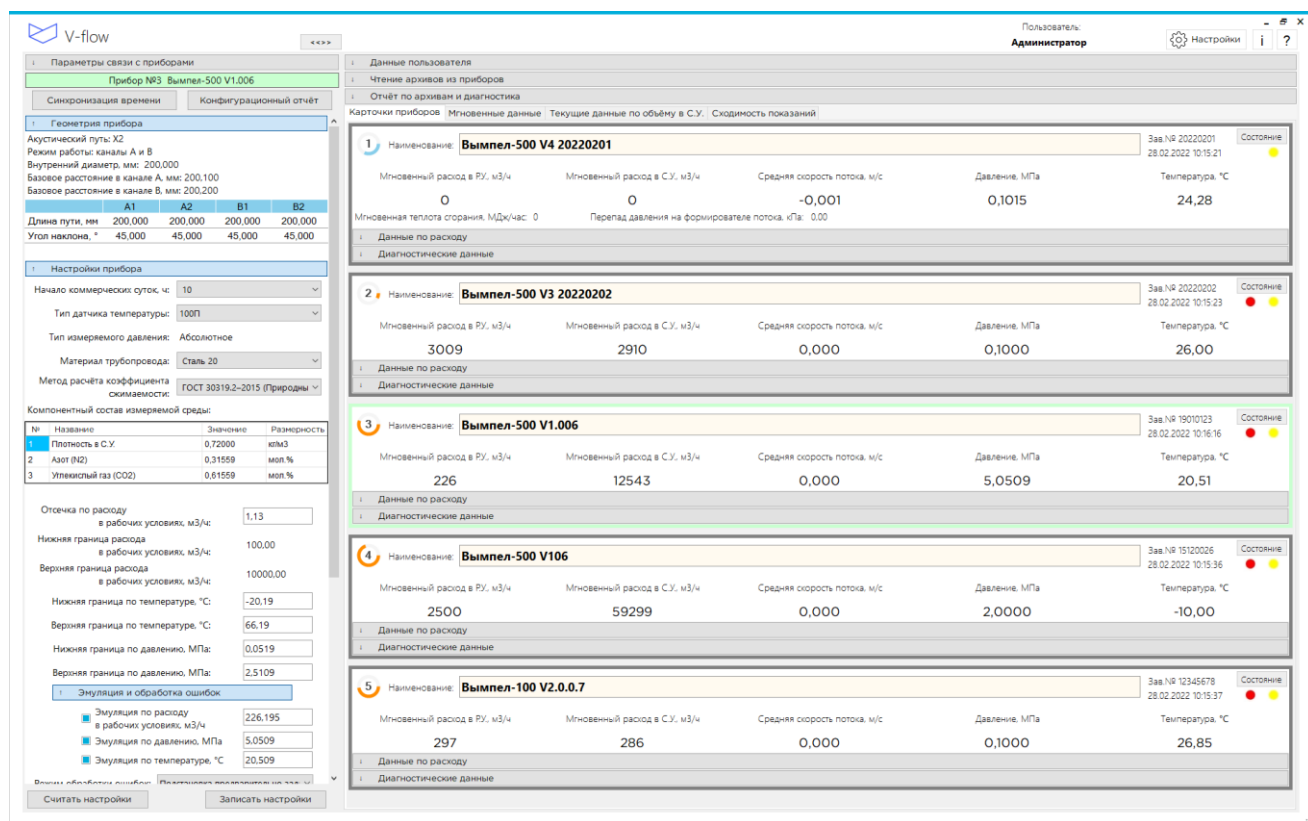


Рисунок 30 – Пример внешнего вида рабочего окна интерфейса ППО V-flow

Подробное описание установки и использования функционала ППО V-flow представлено в руководстве оператора ВМПЛ1.456.014 ДЗ4.1.

2.3.6 Перечень возможных неисправностей и рекомендации по действиям при их возникновении

В процессе эксплуатации ПО СИ проводит самодиагностику и, при обнаружении ошибок, предупреждений или нештатных ситуаций, выводит на ЖКД пиктограмму , а СИР «РЕЖИМ» начинает мигать оранжевым светом. Одновременно информация об ошибке выводится и ППО (если оно используется).

Возможные неисправности, нештатные ситуации с БЭР/ БЭР-ВР, возникающие при эксплуатации КИУ «-500», и способы их устранения в соответствии с Приложением К.

В ПО СИ реализованы ошибки (**Error**) трёх уровней: «1», «2» и «3». Каждая ошибка имеет свой шестнадцатеричный код. На ЖКД в окне ошибок (**Рисунок 25**) выводятся коды ошибок всех трёх уровней друг под другом. Если ошибок какого-то уровня в данный момент нет, то выводится ноль. Если одновременно возникает несколько ошибок, то коды ошибок одного уровня суммируются, и на ЖКД выводятся суммарные значения кодов по каждому из уровней.

Примечания

1 ППО выводит все ошибки отдельно, с описанием в соответствии с **Таблицей К.1**.

2 При возникновении ошибки, не содержащейся в **Таблице К.1**, необходимо обратиться в сервисную службу завода-изготовителя прибора.

3 У БЭР-ВР ошибки уровня **1** отсутствуют (всегда выводится ноль).

При выявлении критических отклонений в характеристиках пьезоэлектрических датчиков и измерительных каналов в рабочем режиме возможен самопроизвольный перезапуск прибора.

Возникновение ошибки **00000010** уровня **2** «Состояние компенсации сбоя луча» свидетельствует о предельно допустимых отклонениях рабочего сигнала в одном из измерительных каналов. На метрологических характеристиках КИУ не отражается.

Возникновение ошибки **00000010** уровня **2** «Состояние компенсации сбоя луча» совместно с ошибками уровня **1** свидетельствует об отказе либо сильном загрязнении ДПЭ. В этом случае вышедший из строя измерительный канал перестает участвовать в измерениях, его показания замещаются значениями, полученными на основании изучения КИУ профиля потока измеряемой среды на данном объекте.

При возникновении ошибок, связанных с работой ультразвуковых измерительных каналов, а также в других случаях, косвенно свидетельствующих о неисправностях пьезоэлектрических датчиков, необходимо:

- а) стравить избыточное давление из измерительного трубопровода;
- б) выкрутить один из нижних датчиков с помощью специального ключа «квадрат 1/2"» (ДПЭ ВМПЛ5.129.013 и ВМПЛ5.129.018) либо «квадрат 17» (все остальные модификации ДПЭ);
- в) внешним осмотром оценить загрязненность датчика;
- г) в случае сильного загрязнения произвести очистку всех датчиков;
- д) заменить уплотнительные кольца;
- е) каждый датчик установить в то же посадочное место, из которого он был извлечен.

Подробно порядок монтажа ДПЭ описан в п. **2.2.4.3**.

Примечания

1 Если после очистки датчиков неисправности не устранены, допускается замена попарно согласованных ДПЭ в измерительных каналах расходомера без внеочередной проверки.

2 Для замены неисправных датчиков и демонтажа датчиков с целью очистки возможно использование технологического устройства, обеспечивающего демонтаж и установку датчиков прибора под давлением (поставляется «НПО» по отдельному заказу).

2.4 Действия в экстремальных ситуациях

2.4.1. Экстремальными являются ситуации, при которых появляется опасность загазованности места установки прибора. При возникновении таких ситуаций необходимо:

- а) отключить питание прибора;
 - б) определить место утечки газа путем нанесения на место соединения мыльного раствора;
 - в) устранить утечку газа путем замены уплотнительных колец датчиков прибора, фланцевых прокладок и т.д.;
 - г) повторно проверить отремонтированный узел на герметичность.
- Если неисправность устранена, можно продолжить эксплуатацию прибора.

2.5 Демонтаж измерительного комплекса и прямых участков

Требования к проведению работ по демонтажу аналогичны требованиям, предъявляемым к работам по монтажу (см. пп. 2.2.1 – 2.2.4).

2.5.1 Меры безопасности при подготовке изделия к демонтажу

К проведению работ по демонтажу прибора допускаются лица:

- имеющие право на проведение работ с взрывозащищённым оборудованием на объектах установки;
- ознакомившиеся с документацией на изделие и вспомогательное оборудование, используемое при демонтаже.

2.5.2 Подготовка к демонтажу

Перед началом работ электропитание всех составных частей КИУ должно быть отключено, и они должны быть отсоединены от электрических цепей (см. п. 2.2.4 и РЭ соответствующих узлов). Должны быть приняты меры защиты от повторного включения. При необходимости составные части могут быть демонтированы.

Подача газа через КИУ должна быть отключена, давление в нём должно быть стравлено.



ЗАПРЕЩАЕТСЯ

проведение работ по демонтажу измерительных комплексов, не отсоединённых от сети газоснабжения и источника электропитания!

Для демонтажа прибора рекомендуется пользоваться следующими инструментами, оборудованием и материалами:

- подъёмное оборудование или вилочный погрузчик с грузоподъёмностью, достаточной для работы с прибором (или с измерительным трубопроводом, если планируется демонтировать КИУ в сборе);
- линейная траверса;
- ленточные стропы;
- гаечные ключи или гайковёрты для монтажа фланцевых соединений и другой арматуры;

- фланцевые уплотнительные прокладки;
- смазка для болтов;
- аэрозоль для поиска утечек (или мыльный раствор).

2.5.3 Проведение работ по демонтажу измерительного комплекса и прямых участков

Во избежание повреждения лакокрасочного покрытия подъём и перемещение измерительных и прямых участков рекомендуется делать с помощью линейной траверсы с использованием текстильных ленточных строп путем обвязывания их вокруг участков. Необходимо использовать подъёмные механизмы и вспомогательные средства, допустимые для конкретной массы соответствующих участков КИУ.



ЗАПРЕЩАЕТСЯ

крепление подъёмных ремней непосредственно к БЭР/ БЭР-ВР!



ВНИМАНИЕ

При неправильной строповке возможно повреждение модуля БЭР/ БЭР-ВР!

Корпус ФИУ демонтируется с помощью рым-болтов, установленных на его фланцах согласно ГОСТ 4751-73. Крепление строп допускается строго по вертикальной оси рым-болта либо под углом 45 ° от вертикальной оси рым-болта в плоскости кольца (**Рисунок 6**).

Вместо ФИУ в измерительный трубопровод устанавливается замещающая катушка (может поставляться Изготовителем по спецзаказу).



ЗАПРЕЩАЕТСЯ

крепление строп с отклонением от плоскости кольца рым-болта!

Демонтаж КИУ в сборе или прямых участков производится с помощью линейной траверсы с использованием текстильных ленточных строп. Длина траверсы должна быть достаточна для безопасного проведения работ, точка подвеса траверсы по возможности должна располагаться непосредственно над центром масс. На **Рисунке 7** приведен типовой вариант строповки КИУ. Для каждого типоразмера измерительного комплекса длины **L**, **H** и **W** отличаются, при необходимости массо-центровочные характеристики конкретного КИУ можно уточнить на линии техподдержки Изготовителя.

3 Техническое обслуживание

3.1 Техническое обслуживание изделия

3.1.1 Общие указания

Под техническим обслуживанием (далее –ТО) понимаются мероприятия, обеспечивающие контроль за техническим состоянием прибора, поддержание его в исправном состоянии, предупреждении отказов и продлении его ресурсов.

ТО производится в соответствии с ГОСТ 31610.17-2012/ IEC 60079-17:2002, ГОСТ 30852.16-2002.

Ответственность за ТО несёт должностное лицо эксплуатирующего предприятия, ответственное за исправное состояние и безопасную эксплуатацию прибора.

Началу эксплуатации прибора предшествует выпуск приказа по предприятию о назначении лица, ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию прибора.

К эксплуатации прибора могут быть допущены только лица, прошедшие специальную подготовку и получившие разрешение на допуск к работам по обслуживанию прибора.

Ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание приборов может производиться персоналом заказчика в соответствии с РЭ.

Записи в формуляре по обслуживанию прибора ВМПЛ1.456.014 ФО должны заверяться подписью лица, ответственного за эксплуатацию прибора.

В случае отключения прибора на длительное время, в течение которого обслуживание временно прекращается, отключить источник электропитания, оформить акт временного прекращения работ по техническому обслуживанию и произвести соответствующую запись в формуляр (раздел 12).

После включения прибора должен быть оформлен акт технической приёмки на эксплуатацию прибора и произведена соответствующая запись в формуляр ВМПЛ1.456.014 ФО (раздел 12).

ТО прибора заключается в периодической метрологической поверке в соответствии с Методикой поверки **МП 1375-13-2022**, проверке технического состояния прибора (см. пп. **3.1.4, 3.1.5, 3.1.6**). Метрологические характеристики приборов в течение интервала между поверками соответствуют установленным нормам при условии соблюдения потребителем правил хранения, транспортирования и эксплуатации, указанных в настоящем РЭ.

Ремонтные работы, связанные со вскрытием пломб, выполняются только предприятием-изготовителем или специально уполномоченной им организацией.

3.1.2 Меры безопасности

По способу защиты человека от поражения электрическим током прибор относится к классу **0I** по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Эксплуатация прибора должна производиться согласно требованиям ГОСТ 30852.16-2002, ПУЭ (глава 7.3), ПТЭЭП (глава 3.4) и других нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных зонах. Не допускается применение прибора для измерений параметров сред, агрессивных по отношению к материалам, контактирующим с измеряемой средой. Присоединение и отсоединение кабелей должно производиться при отключенном питании.

3.1.3 Обеспечение взрывозащищённости при эксплуатации и техническом обслуживании прибора

К эксплуатации и ТО приборов должны допускаться лица, изучившие настоящее РЭ и имеющие право проведения работ со взрывозащищённым оборудованием. При эксплуатации и техническом обслуживании прибора необходимо выполнять все мероприятия в полном соответствии с разделами 2 и 3.

При этом, помимо РЭ, необходимо руководствоваться «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП), «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТЭЭ) и других нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных зонах.

При эксплуатации прибор должен подвергаться систематическому внешнему и профилактическому осмотрам.

При внешнем осмотре прибора необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- наличие и прочность крепления крышек блока электроники;
- отсутствие обрыва или повреждения изоляции кабелей электропитания и связи;
- отсутствие обрыва заземляющего провода;
- надёжность присоединения кабелей;
- прочность крепления прибора и заземляющего болтового соединения;
- отсутствие вмятин и видимых механических повреждений, а также пыли и грязи на корпусе прибора.

При проведении работ необходимо:

- следить за правильной сборкой кабельных вводов и целостностью уплотнительных элементов (при обнаружении трещин, порывов или иных повреждений уплотнительный элемент необходимо заменить);
- при установке крышек блока электроники необходимо следить за надёжностью затяжки крышек, крепежных болтов и стопорных винтов.

	ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация приборов с повреждениями и неисправностями!
---	--

Одновременно с внешним осмотром может производиться уход за прибором, не требующий его отключения от сети, например, подтягивание крепежных болтов и гаек.

При профилактическом осмотре должны быть выполнены все вышеуказанные работы внешнего осмотра. Периодичность профилактических осмотров прибора устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже одного раза в год. После профилактического осмотра производится подключение отсоединённых цепей, а сам прибор пломбируется. Для проведения конфигурирования прибора на взрывоопасном объекте необходимо обеспечить выполнение требований ГОСТ 30852.13-2002.

3.1.4 Порядок технического обслуживания изделия

КИУ «-500» не содержит механически движущихся частей, поставляется заказ-чику в виде полностью собранного моноблока, проверенного в заводских условиях, и с установленным внешним кожухом.

Измерительный корпус и ДПЭ являются единственными СЧ, находящимися в контакте с газовой средой. Титан и высококачественная нержавеющая сталь обеспечивают защиту этих деталей от коррозии при условии, что прибор устанавливается и эксплуатируется согласно соответствующим техническим условиям.

Таким образом, КИУ «-500» представляет собой систему, не требующую значительного технического обслуживания. ТО заключается в проверке технического состояния и периодической поверке с целью определения достоверности измеряемых значений и результатов диагностики, выдаваемых системой (за более подробной информацией обратитесь к Методике поверки МП 1375-13-2022 и п. 2.3).

Метрологические характеристики прибора в течение интервала между поверками соответствуют установленным нормам с учётом показателей безотказности прибора и при условии соблюдения потребителем правил хранения и эксплуатации, указанным в настоящем РЭ.

В случае загрязнения ДПЭ система самодиагностики БЭР выдает соответствующий код ошибки. Для устранения загрязнения производят демонтаж датчиков на стравленном газопроводе и очищают излучатели датчиков и посадочные места датчиков от загрязнений (см. п. 2.3.3).

Запись о проведении ТО вносится в формуляр ВМПЛ1.456.014 ФО.

Рекомендуемые виды и сроки проведения ТО – в соответствии с **Таблицей 18**.

Таблица 18

Наименование работы	Виды ТО				Примечание
	Еженедельный	Ежемесячный	Ежеквартальный	Ежегодный	
Проверка герметичности посадочных мест и соединительных элементов ДПЭ, ДД и ТС	В соответствии с установленным графиком эксплуатирующей организации				
Проверка нулевого сигнала канала давления	–	–	–	+	
Очистка ДПЭ от загрязнений	–	–	–	–	По результатам диагностики

Проверка основных технических данных – в соответствии с формуляром ВМПЛ1.456.014 ФО, не реже одного раза в год.

Проведение коррекции нулевого сигнала датчика давления и обнуление канала измерения скорости – в соответствии с п. 2.3.2.

3.1.5 Проверка работоспособности изделия

Проверка технического состояния прибора проводится в процессе эксплуатации (непосредственно на месте установки прибора) или в лабораторных условиях.

На месте эксплуатации прибора техническое состояние, как правило, проверяется по отсутствию ошибок, выдаваемых системой диагностики БЭР/ БЭР-ВР (см. пп. 2.3.4.1, 2.3.6).

Список возможных вариантов ошибок в соответствии с **Таблицей К.1**.

При возникновении ошибки, не содержащейся в **Таблице К.1**, необходимо обратиться в сервисную службу завода-изготовителя прибора.

3.1.6 Техническое освидетельствование

Первичная и периодические поверки приборов должны производиться предприятием-изготовителем или региональной службой метрологии и стандартизации.

Поверка приборов по функциям измерения расхода и объёма газа, измерения давления и температуры измеряемой среды, а также выполнения вычислений при приведении расхода и объёма газа к стандартным условиям, проводится по методике **МП 1375-13-2022** специально аккредитованными органами.

Сведения о методиках (методах) измерений в соответствии с ГОСТ 8.611-2013 ГСИ. «Расход и количество газа. Методика (метод) измерений с помощью ультразвуковых преобразователей расхода».

Описание классов точности КИУ «-500» исполнений «01», «02» и соответствующих им методам первичной и периодической поверки приведено в **Таблице 19**.

Таблица 19

Класс точности	Количество измерительных каналов	Условные диаметры КИУ	Метод поверки
А	8	150...1400	Первичная и периодическая поверка осуществляются на природном газе или воздухе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более $\pm 0,30$ % и использованием корректирующих коэффициентов. Допускается проводить первичную и периодическую поверку имитационным методом с увеличением пределов допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях до $\pm 0,7\%$ в диапазоне от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$
ББ	4	80...1400	Первичная и периодическая поверка осуществляются на природном газе или воздухе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более $\pm 0,30$ % и использованием корректирующих коэффициентов. Допускается проводить первичную и периодическую поверку имитационным методом с увеличением пределов допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях до $\pm 0,7\%$ в диапазоне от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$

Продолжение Таблицы 19

Класс точности	Количество измерительных каналов	Условные диаметры КИУ	Метод поверки
Б	4	80...1400	Первичную и периодическую поверку допускается осуществлять имитационным методом (средняя скорость потока газа при нулевом расходе, измеренная за 300 с, по каждому акустическому каналу не превышает $\pm 0,006$ м/с)
В	4	80...1400	Первичную и периодическую поверку допускается осуществлять имитационным методом (средняя скорость потока газа при нулевом расходе, измеренная за 300 с, по каждому акустическому каналу не превышает $\pm 0,012$ м/с)
Г	2	50...1400	Первичная поверка осуществляется на природном газе или воздухе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более $\pm 0,50$ % и использованием корректирующих коэффициентов; периодическую поверку допускается проводить имитационным методом
Д	2	50...1400	Первичную и периодическую поверку допускается осуществлять имитационным методом (средняя скорость потока газа при нулевом расходе, измеренная за 300 с, по каждому акустическому каналу не превышает $\pm 0,012$ м/с)
А(02)	8	150...1400	Первичная поверка осуществляется на воздухе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более $\pm 0,30$ % и использованием корректирующих коэффициентов. Допускается проводить периодическую поверку имитационным методом с увеличением пределов допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях до $\pm 0,7\%$ в диапазоне от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$
Б(02)	8	150...1400	Первичная поверка осуществляется на воздухе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более $\pm 0,30\%$ и использованием корректирующих коэффициентов; первичную и периодическую поверки допускается осуществлять имитационным методом

3.1.7 Консервация (расконсервация, переконсервация)

Перед упаковыванием приборы должны быть подвергнуты консервации в соответствии с требованиями ГОСТ 9.014-78 (вариант защиты **ВЗ-10**). Для предотвращения загрязнения внутренних полостей и повреждения резьбы разъёмы блока электроники должны быть закрыты крышками.

Расконсервация изделия проводится путем удаления упаковки и мешочков с силикагелем. Консервационную смазку с уплотнительных поверхностей фланцев КИУ удалять только непосредственно перед монтажом КИУ на измерительном трубопроводе. Расконсервированный прибор может храниться в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 40 °С и относительной влажности воздуха до 80 % не более 6 месяцев.

При переконсервации допускается применять повторно неповрежденную в процессе хранения упаковку. Переконсервация изделия производится заменой осушителя (силикагеля).

4 Текущий ремонт

4.1 Текущий ремонт изделия

4.1.1 Общие указания

Ремонт прибора должен осуществляться в соответствии с ГОСТ 30852.18-2002 «Электрооборудование взрывозащищённое. Часть 19. Ремонт».

Объём и периодичность, а также необходимость проведения текущего ремонта устанавливаются в соответствии с отраслевыми системами планово-предупредительных ремонтов с учётом условий эксплуатации.

Ремонт КИУ, который не может повлечь за собой нарушения его взрывозащиты, производится эксплуатационными службами предприятий в соответствии с действующими ПБ, ПТЭЭП, ПОТЭЭ. При этом должностное лицо, ответственное за исправное состояние и безопасную эксплуатацию электрооборудования, несёт ответственность за его поверку и ремонт.



ЗАПРЕЩАЕТСЯ

производить ремонт прибора, связанный с восстановлением или изготовлением его составных частей, обеспечивающих взрывозащиту, эксплуатационным персоналом!

Ремонтные работы, связанные с восстановлением или изготовлением составных частей КИУ, обеспечивающих взрывозащиту, должны выполняться только ремонтными предприятиями, имеющими лицензии на выполнение ремонта взрывозащищённого оборудования.

4.1.2 Меры безопасности

При проведении ремонта должны соблюдаться меры безопасности, указанные в «Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП), «Правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТЭЭ), а также отраслевые инструкции и ведомственные инструкции и положения.

5 Хранение

5.1. Упакованные приборы должны храниться в складских помещениях грузоотправителя и грузополучателя, обеспечивающих сохранность приборов от механических повреждений, загрязнения и воздействия агрессивных сред, в упаковке изготовителя в условиях хранения **2** по ГОСТ 15150-69 не более 6 мес.

При повторной установке на хранение прибор должен быть упакован в зависимости от условий хранения.

В помещении для хранения содержание коррозионно-активных агентов не должно превышать установленного для атмосферы типа **I** по ГОСТ 15150-69.

Сведения о консервации прибора или его составных частей должны записываться в формуляр ВМПЛ1.456.014 ФО в раздел 8, а сведения о хранении в раздел 15.

Условия хранения дополнительного оборудования в соответствии с РЭ на данное дополнительное оборудование.

6 Транспортирование

6.1. Общие требования к транспортированию приборов согласно ГОСТ Р 52931-2008.

Упакованные приборы должны транспортироваться в закрытых транспортных средствах всеми видами транспорта (в том числе и воздушным в отапливаемых герметизированных отсеках) в соответствии с правилами перевозок грузов, действующими на каждом виде транспорта.

Размещение и крепление приборов в транспортных средствах должно обеспечивать их устойчивое положение, исключать возможность ударов друг о друга, а также о стенки транспортных средств.

Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе условий 5 по ГОСТ 15150-69 для крытых транспортных средств.

Условия транспортирования в части механических воздействий должны соответствовать группе **F3** по ГОСТ Р 52931-2008.

Условия транспортирования дополнительного оборудования в соответствии с РЭ на данное дополнительное оборудование.

7 Утилизация

7.1. Материалы и комплектующие изделия, использованные при изготовлении комплекса измерительного ультразвукового «-500», как при эксплуатации в течение всего его срока службы, так и по истечении ресурса, не представляют опасности для здоровья человека, производственных и складских помещений, окружающей среды. Утилизация вышедших из строя или по истечению ресурса приборов может производиться любым доступным потребителю способом.

Приложение А
(обязательное)

Схема формирования условного обозначения КИУ «-500» и
опросный лист для заказа

А.1 - Опросный лист

Опросный лист №
для заказа комплекса измерительного ультразвукового «-500»

Опросный лист является основой для определения характеристик, комплектации и стоимости комплекса.
Пожалуйста, полностью отвечайте на все вопросы

1. Общие сведения

Наименование организации и объекта установки, адрес

Ф.И.О. ответственного лица, контактные телефоны, E-mail

1.1. Условия применения: ☐ коммерческий учет, ☐ технологический учет

1.2. Для объектов эксплуатации ПАО «Газпром» указать классификацию узла измерений в соответствии с СТО Газ-
пром 5.37-2020: класс — категория —

1.3. Количество заказываемых приборов: шт.

2. Характеристики измеряемой среды

2.1. Измеряемая газовая среда: ☐ природный газ ☐ прочее
прочее (указать)

2.2. Условия эксплуатации: ☐ магистральный газ ☐ газовый промысел
☐ газ из подземного хранилища ☐ попутный газ ☐ прочее
прочее (указать)

2.3. Диапазон расхода газа в стандартных условиях, м³/ч, min/max:

2.4. Абсолютное давление среды, МПа, min/max:

2.5. Температура среды, °С, min/max:

2.6. Плотность среды в стандартных условиях, кг/м³:

2.7. Компонентный состав измеряемой среды
в соответствии с ГОСТ 5542-2014 (СТО Газпром 089-2010) ☐
другой (пожалуйста, заполните таблицу или приложите паспорт газа) ☐

Наименование показателя	Фактическое значение, % объём.	Наименование показателя	Фактическое значение, % объём.
метан (CH ₄)		н-пентан (nC ₅ H ₁₂)	
этан (C ₂ H ₆)		гексан (C ₆ H ₁₄) и выше	
пропан (C ₃ H ₈)		азот (N ₂)	
и-бутан (iC ₄ H ₁₀)		диоксид углерода (CO ₂)	
н-бутан (nC ₄ H ₁₀)		массовая доля сероводорода, мг/м ³	
и-пентан (iC ₅ H ₁₂)		содержание воды	

3. Технические требования к расходомеру

3.1. Номинальный диаметр: DN

3.2. Условное прочностное давление корпуса и прямых участков: PN

3.3. Стыковая труба:
наружный диаметр мм

А.2 - Схема составления условного обозначения

Условное обозначение приборов при заказе и в документации другого изделия должно формироваться по следующей схеме:

Комплекс измерительный ультразвуковой «-500»

1

01(R) – Б(4) – 250 – PN100/J – В – ДИ/16,0(Б) – 100П(А)

2

3

4

5

6

7

8

1 – наименование прибора;

2 – исполнение прибора (**01** или **02**);

R – исполнение прибора, работающего в режиме измерения реверсивного расхода;

3 – класс точности прибора (в соответствии с **Таблицей 19**)(количество измерительных каналов в соответствии с **Таблицей 19**);

4 – диаметр условный, DN, мм (от **50** до **1400**);

5 – (в соответствии с **Таблицей А.1**)/ исполнение фланцевого уплотнения (в соответствии с **Таблицей А.2**, только для исполнения «01»):

Таблица А.1

Исполнение фланцев	Класс давления
по ГОСТ	PNXXX
по ASME	ClassXXX

Таблица А.2

Исполнение фланцевого уплотнения	Маркировка фланцевого уплотнения
Соединительный выступ	В
Выступ-впадина	Е-F
Под прокладку овального (восьмиугольного) сечения	J

6 – дублирование:

- А – дублирование СИ температуры, давления, расхода и вычислителя расхода;
- В – дублирование СИ температуры, давления и вычислителя расхода;
- Х – отсутствует;

7 – модель датчика давления/ **ВПИ** (в соответствии с **Таблицей А.3**)/ (вариант исполнения по точности (в соответствии с **Таблицей А.4**)):

Таблица А.3

Тип датчика давления	Маркировка	Верхний предел измерений (ВПИ), МПа
Абсолютный	ДА	0,25
		1,0
		1,6
		3,0
		6,0
		10,0
Избыточный	ДИ	0,6
		2,5
		6,0
		16,0
		25,0

Таблица А.4

Вариант исполнения по точности	Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения давления, % от ВПИ
А	$\pm(0,025 + 0,05(P/P_{\max}))$
Б	$\pm(0,05 + 0,1(P/P_{\max}))$

8 – тип термопреобразователя сопротивления (**100П** или **Pt100**) (класс допуска термопреобразователя сопротивления (в соответствии с **Таблицей А.5**).

Таблица А.5

Класс допуска термопреобразователя сопротивления	Пределы допускаемой погрешности измерения температуры, °С
АА	$\pm(0,1 + 0,0017 t)$
А	$\pm(0,15 + 0,002 t)$

Приложение Б
(обязательное)
Комплектация поставки

Таблица Б.1

Обозначение составной части	Наименование и тип	Кол.	Примечание
1	2	3	4
Основные СИ			
ВМПЛЗ.857.001 ВМПЛЗ.857.001-01	Блок электроники	1 шт.	По опросному листу
ВМПЛ5.129.003 ВМПЛ5.129.011 ВМПЛ5.129.013 ВМПЛ5.129.014 ВМПЛ5.129.018 КРАУ5.129.009-05	Датчик пьезоэлектрический	4, 8 или 16 шт.	Тип и количество в зависимости от класса точности и исполнения КИУ
КРАУ2.849.017 КРАУ2.849.017-01 КРАУ2.849.017-02 КРАУ2.849.017-03 КРАУ2.849.017-04 КРАУ2.849.018 КРАУ2.849.018-01 КРАУ2.849.018-02 КРАУ2.849.018-03 КРАУ2.849.018-04 КРАУ2.849.018-05	Датчик избыточного давления ДИ-017 или Датчик абсолютного давления ДА-018	1 шт.	По опросному листу
100П или Pt100	Термопреобразователь сопротивления погружной (с кабелем подключения)	1 шт.	По опросному листу
Дублирующие СИ			
ВМПЛЗ.857.001 ВМПЛЗ.857.001-01 ВМПЛ5.857.007	Блок электроники или Внешний вычислитель (корректор) расхода	1 шт.	По опросному листу
ВМПЛ5.129.003 ВМПЛ5.129.011 ВМПЛ5.129.013 ВМПЛ5.129.014 ВМПЛ5.129.018 КРАУ5.129.009-05	Датчик пьезоэлектрический	4 или 8 шт.	Тип и количество в зависимости от класса точности и исполнения КИУ
КРАУ2.849.017 КРАУ2.849.017-01 КРАУ2.849.017-02 КРАУ2.849.017-03 КРАУ2.849.017-04 КРАУ2.849.018 КРАУ2.849.018-01 КРАУ2.849.018-02 КРАУ2.849.018-03 КРАУ2.849.018-04 КРАУ2.849.018-05	Датчик избыточного давления ДИ-017 или Датчик абсолютного давления ДА-018	1 шт.	По опросному листу
100П или Pt100	Термопреобразователь сопротивления погружной (с кабелем подключения)	1 шт.	По опросному листу

продолжение Таблицы Б.1

1	2	3	4
Элементы измерительного трубопровода и комплект монтажных частей			
-	Фланцевый (бесфланцевый) измерительный участок ФИУ (ИУ)	1 шт.	По опросному листу
-	Прямой участок входной (с формирова- телем потока/ без формирова- теля потока)	1 шт.	По опросному листу
-	Прямой участок выходной	1 шт.	По опросному листу
-	Шпилька (болт)	-	Типоразмер и количество согласно монтажной схеме
-	Гайка	-	Типоразмер и количество согласно монтажной схеме
-	Шайба	-	Типоразмер и количество согласно монтажной схеме
-	Прокладка	-	Типоразмер и количество согласно монтажной схеме
-	Фланец ответный	2 шт.	По опросному листу
-	Катушка замещающая	1 шт.	По опросному листу
-	Переход конический	2 шт.	По опросному листу
-	Бобышка для отбора давления перед формирова- телем потока	1 шт.	По опросному листу
Дополнительное оборудование			
КРАУ2.849.022-10 КРАУ2.849.022-11 КРАУ2.849.022-12 КРАУ2.849.022-13 КРАУ2.849.022-14 КРАУ2.849.022-15 КРАУ2.849.022-16 КРАУ2.849.022-17 КРАУ2.849.022-18 КРАУ2.849.022-19	Датчик перепада давления ДП-022	1 шт.	По опросному листу
ВМПЛ3.622.003	Блок интерфейсный	1 шт.	По опросному листу
ВМПЛ1.456.014 Д20.1	Пользовательское программное обеспечение на USB-накопителе V-flow	1 шт.	
ВМПЛ1.456.014 РЭ	Руководство по эксплуатации	1 экз.	
ВМПЛ1.456.014 ФО	Формуляр	1 экз.	
-	Методика поверки МП 1375-13-2022	1 экз.	По опросному листу
-	Термочехол	1 шт.	По опросному листу
-	Источник бесперебойного питания постоянного тока PS2405*	1 шт.	По опросному листу
-	Блок питания постоянного тока DRAN30-24	1 шт.	По опросному листу
Сертификаты качества на используемые материалы и комплектующие Заключения по неразрушающему контролю сварных соединений Акты и протоколы проведения гидравлических и пневматических испытаний на прочность и герметичность Паспорта и протоколы измерения геометрических параметров измерительного трубопровода Сертификаты и свидетельства о поверке на применяемые СИ		1 компл.	
*Допускается замена на источник бесперебойного питания с аналогичными параметрами (номинальное напряжение 24 В, мощность не менее 15 Вт).			

Приложение В **(справочное)** **Монтажные схемы КИУ «-500»**

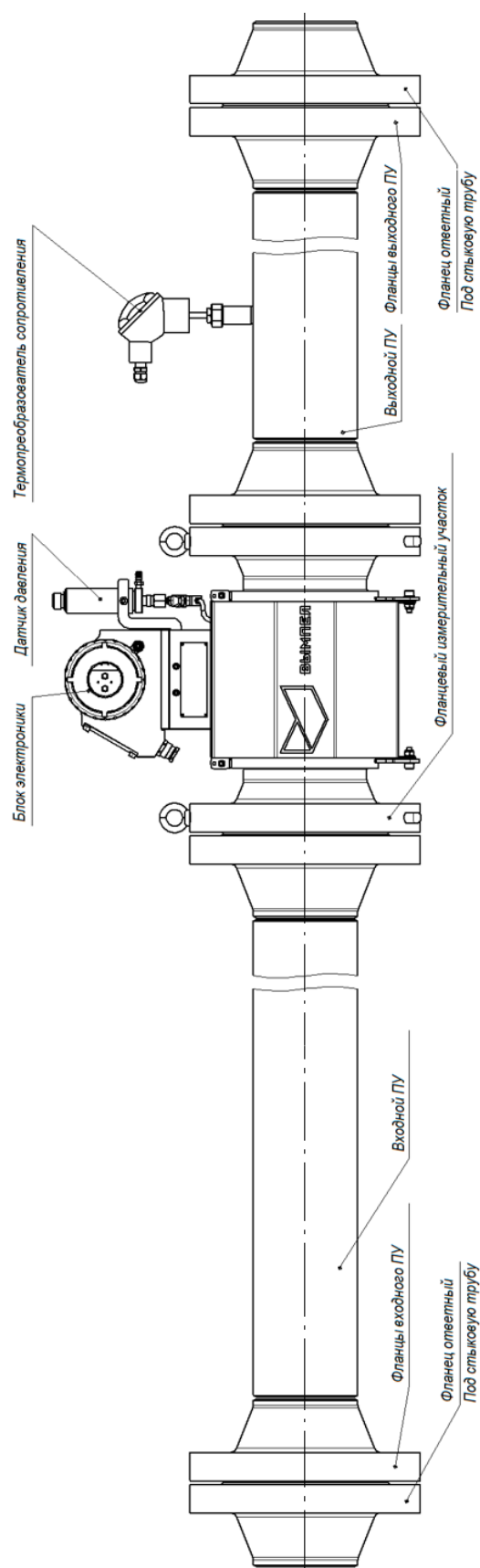


Рисунок В.1 – Монтажная схема КИУ «-500» с одним БЭР

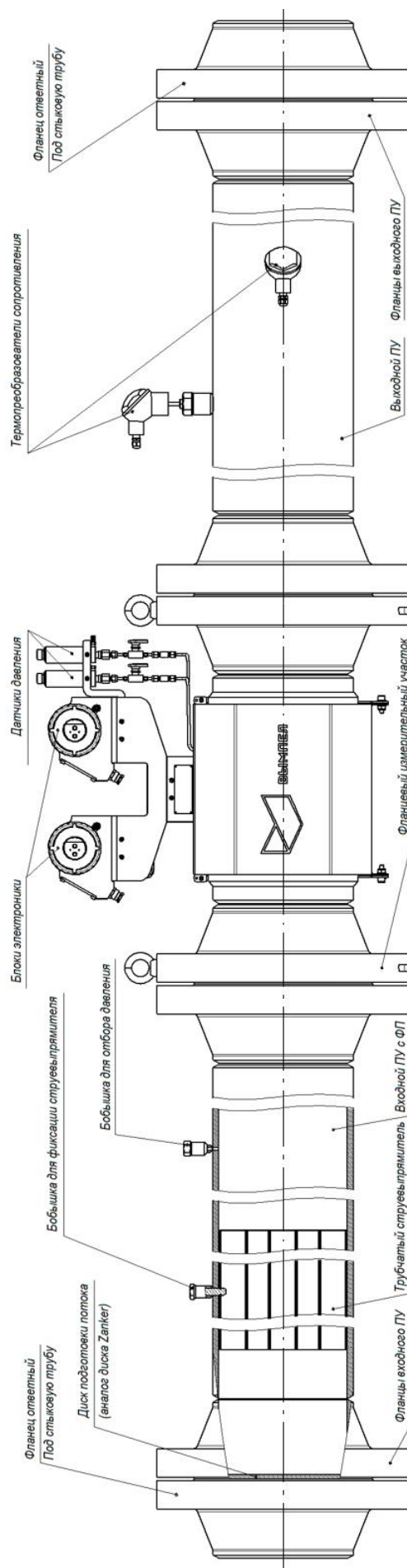
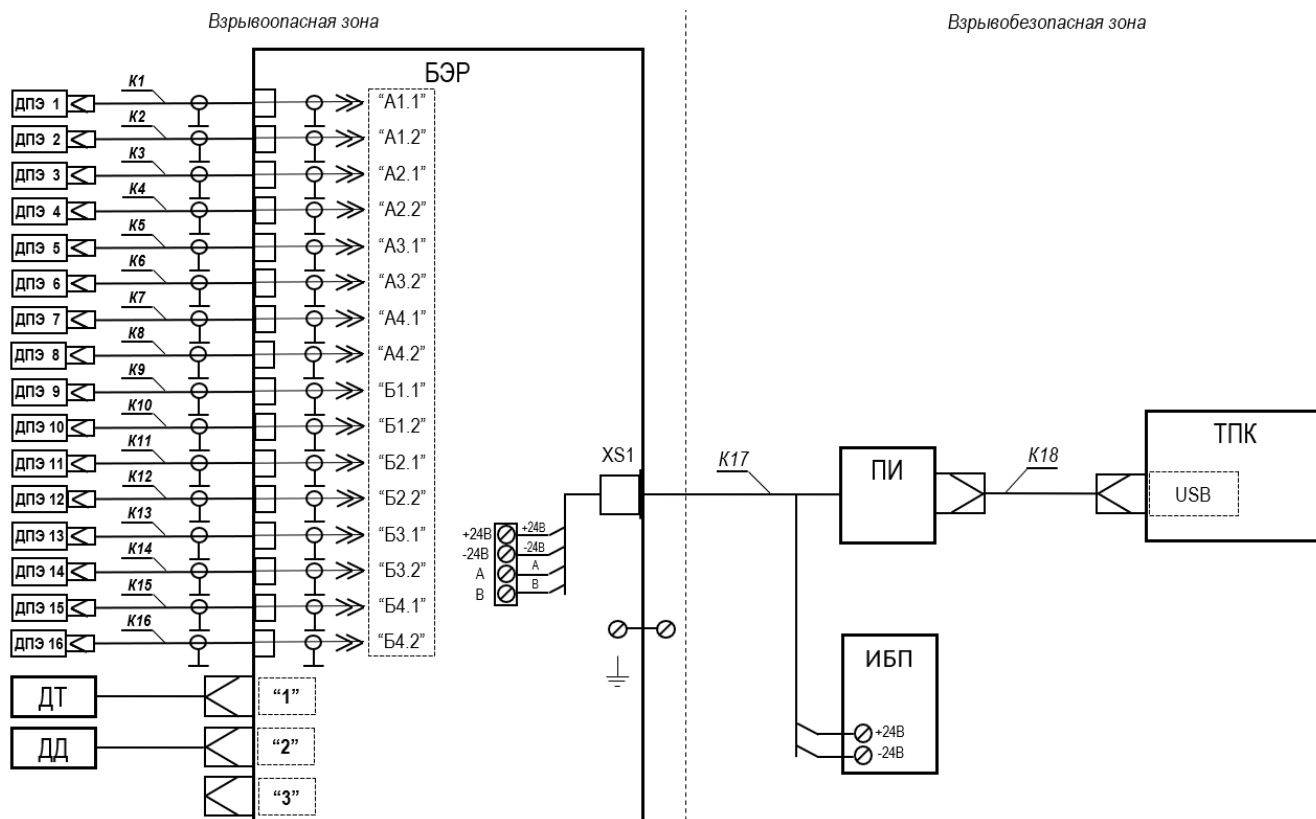


Рисунок В.2 – Монтажная схема КИУ «-500» с ФП, одним основным БЭР и одним дублирующим БЭР или БЭР-ВР

Приложение Г

(справочное)

Варианты подключения КИУ «-500» (электрические схемы)



БЭР – блок электроники ВМПЛ3.857.001 (ВМПЛ3.857.001-01);

ДПЭ1 – ДПЭ16 (ДПЭ1 – ДПЭ8, ДПЭ1 – ДПЭ4) – датчики пьезоэлектрические (16, 8 или 4 шт. в зависимости от модели БЭР);

ДД – датчик давления;

ДТ – датчик температуры;

ТПК – технологический компьютер;

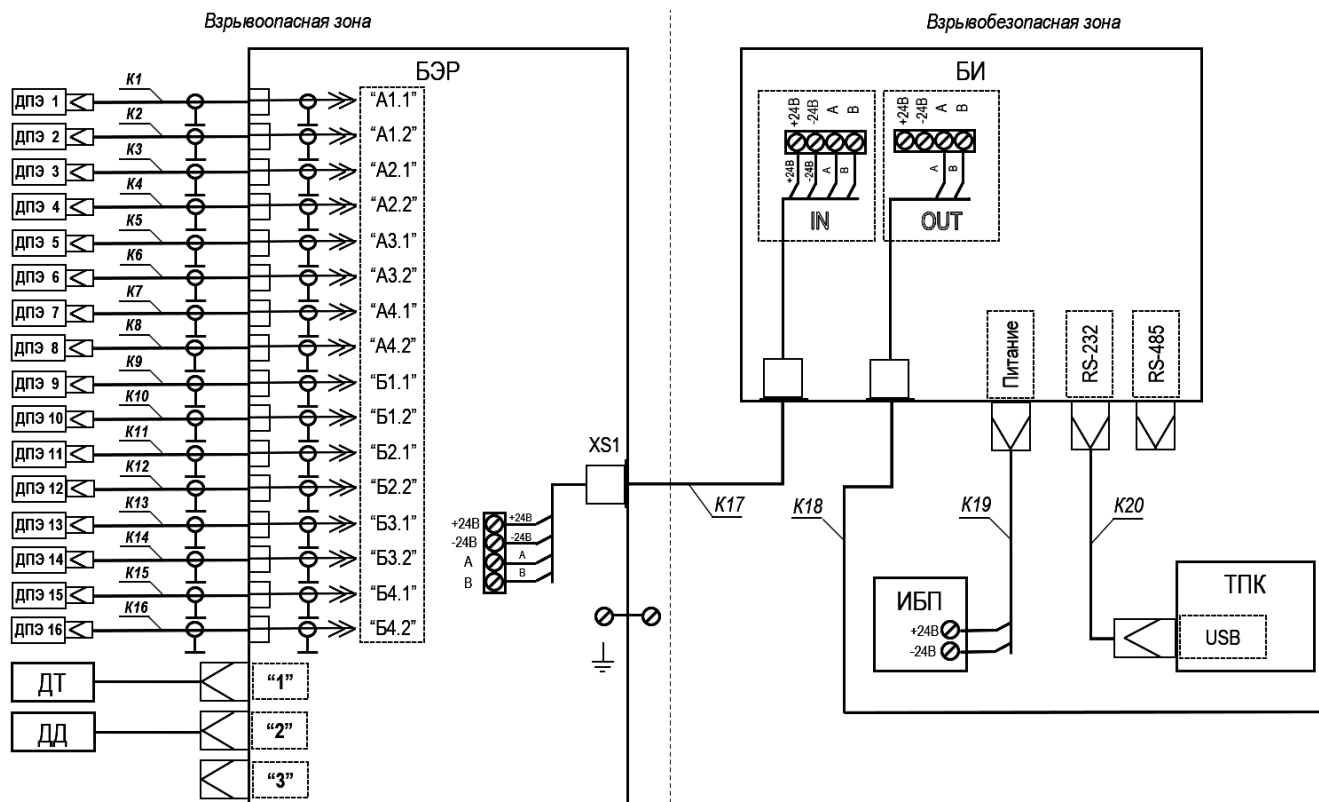
ИБП – источник бесперебойного питания «Штиль» PS2405D;

К1 – К16 (К1 – К8, К1 – К4) – кабели из состава КИУ (16, 8 или 4 шт. в зависимости от модели БЭР);

К17 – КПС;

К18 – кабель USB.

**Рисунок Г.1 – Схема подключения измерительного комплекса
с БЭР ВМПЛ3.857.001 (ВМПЛ3.857.001-01) к ТПК**



ДПЭ1 – ДПЭ16 – датчики пьезоэлектрические (16 шт.);

ДД – датчик давления;

ДТ – датчик температуры;

БИ – блок интерфейсный ВМПЛ3.622.003;

БЭР – блок электроники ВМПЛ3.857.001;

ТПК – технологический компьютер;

ИБП – источник бесперебойного питания «Штиль» PS2405D;

K1 – K16 – кабели из состава КИУ (16 шт.);

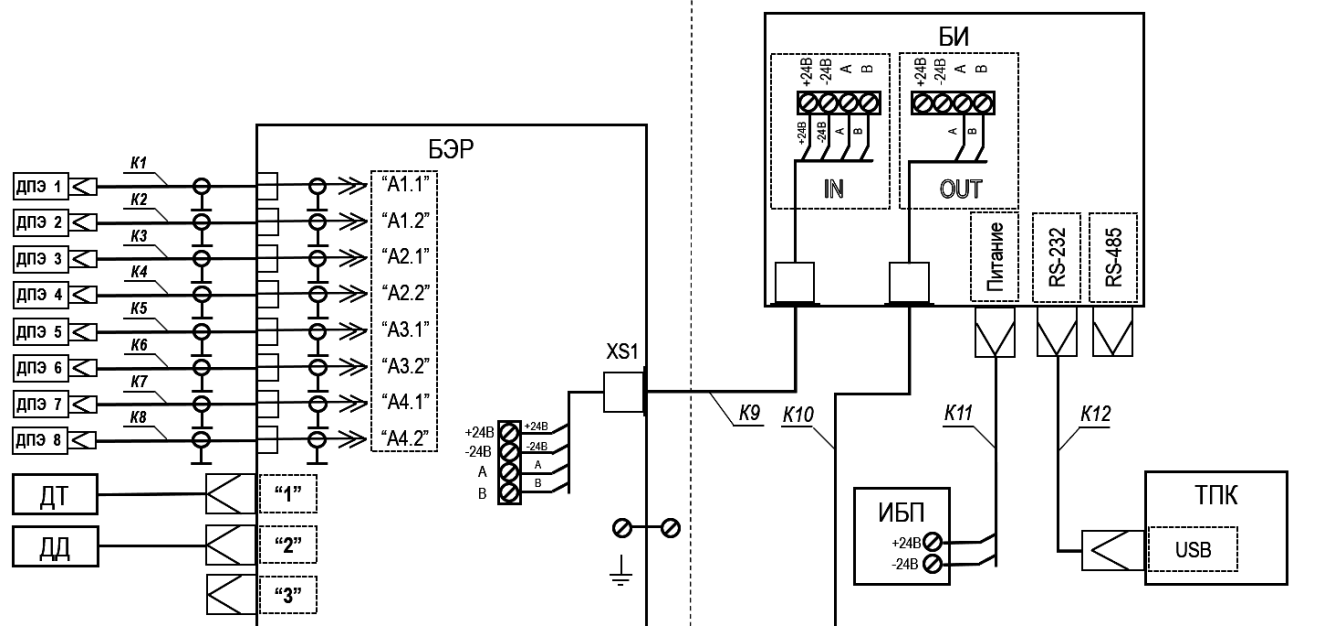
K17 – КПС;

K18 – кабель для передачи данных (предоставляется заказчиком);

K19 – кабель ВМПЛ4.841.090;

K20 – кабель-адаптер USB to DB9M из комплекта БИ.

**Рисунок Г.2 – Схема подключения измерительного комплекса
с БЭР ВМПЛ3.857.001 через БИ**



ДПЭ1 – ДПЭ8 – датчики пьезоэлектрические (8 шт.);

ДД – датчик давления;

ДТ – датчик температуры;

БИ – блок интерфейсный ВМПЛ3.622.003;

БЭР – блок электроники ВМПЛ3.857.001-01;

ТПК – технологический компьютер;

ИБП – источник бесперебойного питания «Штиль» PS2405D;

K1 – K8 – кабели из состава КИУ (8 шт.);

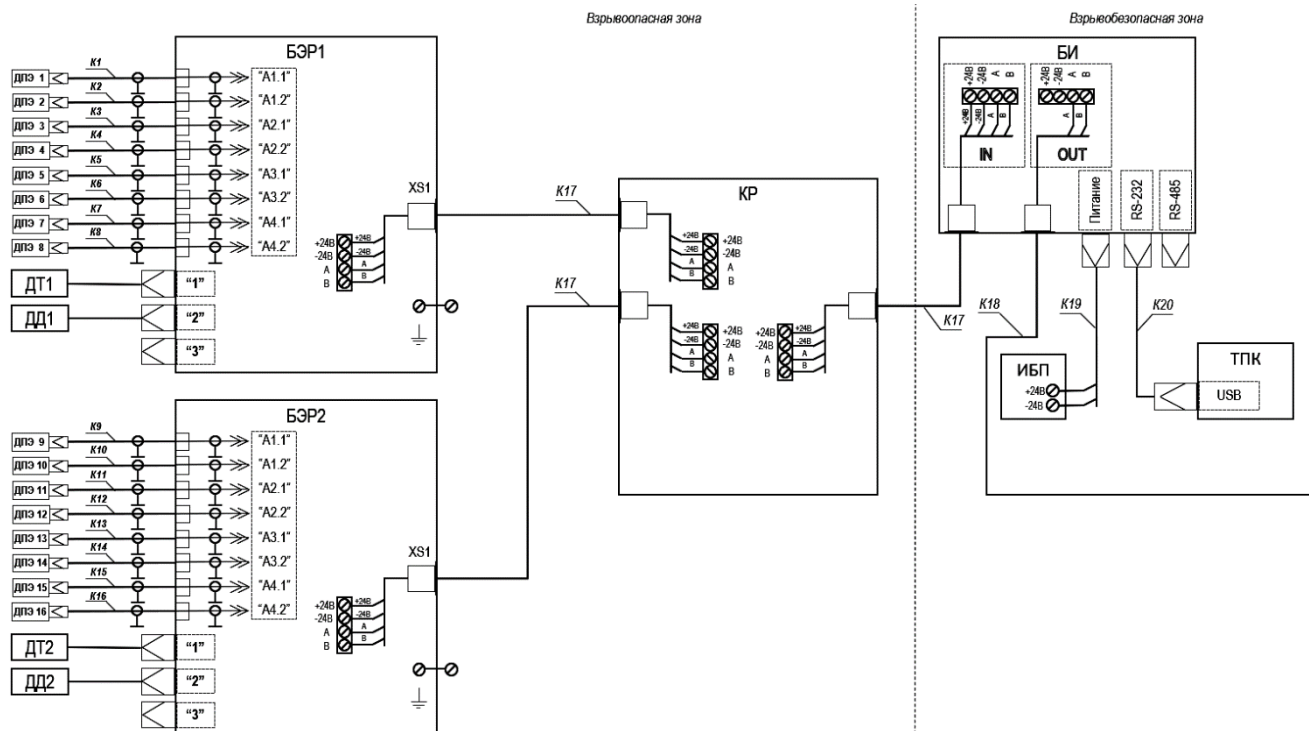
K9 – КПС;

K10 – кабель для передачи данных (предоставляется заказчиком);

K11 – кабель ВМПЛ4.841.090;

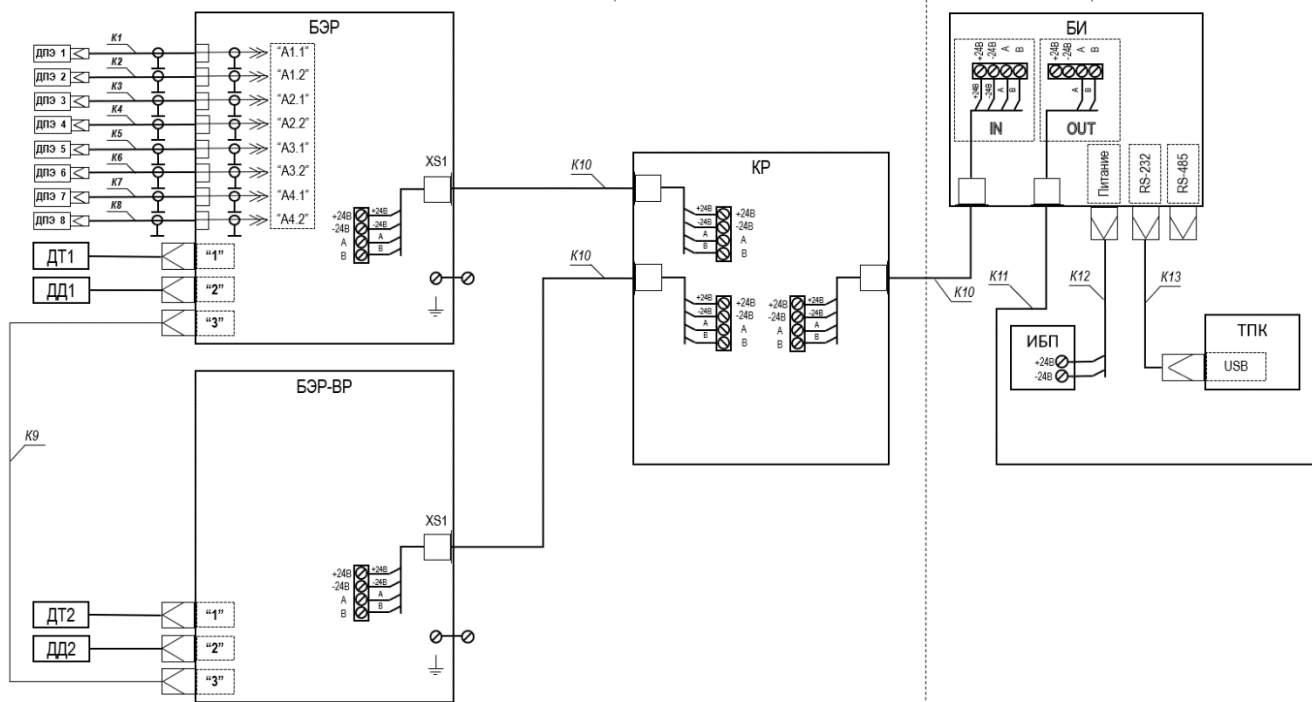
K12 – кабель-адаптер USB to DB9M из комплекта БИ.

**Рисунок Г.3 – Схема подключения измерительного комплекса
с БЭР ВМПЛ3.857.001-01 через БИ**



- ДПЭ1 – ДПЭ16 – датчики пьезоэлектрические (16 шт.);
 ДД1, ДД2 – датчик давления;
 ДТ1, ДТ2 – датчики температуры;
 БИ – блок интерфейсный ВМПЛ3.622.003;
 БЭР1, БЭР2 – блок электроники ВМПЛ3.857.001-01;
 ТПК – технологический компьютер;
 ИБП – источник бесперебойного питания «Штиль» PS2405D;
 КР – коробка распределительная взрывозащищённая (см. **Рисунок Г.10**);
 К1 – К16 – кабели из состава КИУ (16 шт.);
 К17 – КПС;
 К18 – кабель для передачи данных (предоставляется заказчиком);
 К19 – кабель ВМПЛ4.841.090;
 К20 – кабель-адаптер USB to DB9M из комплекта БИ.

**Рисунок Г.4 – Схема подключения измерительного комплекса
с двумя БЭР ВМПЛ3.857.001-01 через БИ**



ДПЭ1 – ДПЭ8 – датчики пьезоэлектрические (8 шт.);

ДД1, ДД2 – датчик давления;

ДТ1, ДТ2 – датчик температуры;

БИ – блок интерфейсный ВМПЛ3.622.003;

БЭР – блок электроники ВМПЛ3.857.001-01;

БЭР-ВР – внешний вычислитель-корректор расхода ВМПЛ5.857.007;

ТПК – технологический компьютер;

ИБП – источник бесперебойного питания «Штиль» PS2405D;

КР – коробка распределительная взрывозащищённая (см. **Рисунок Г.10**);

К1 – К8 – кабели из состава КИУ (16 шт.);

К9 – кабель ВМПЛ4.841.097 (см. **Рисунок И.3**);

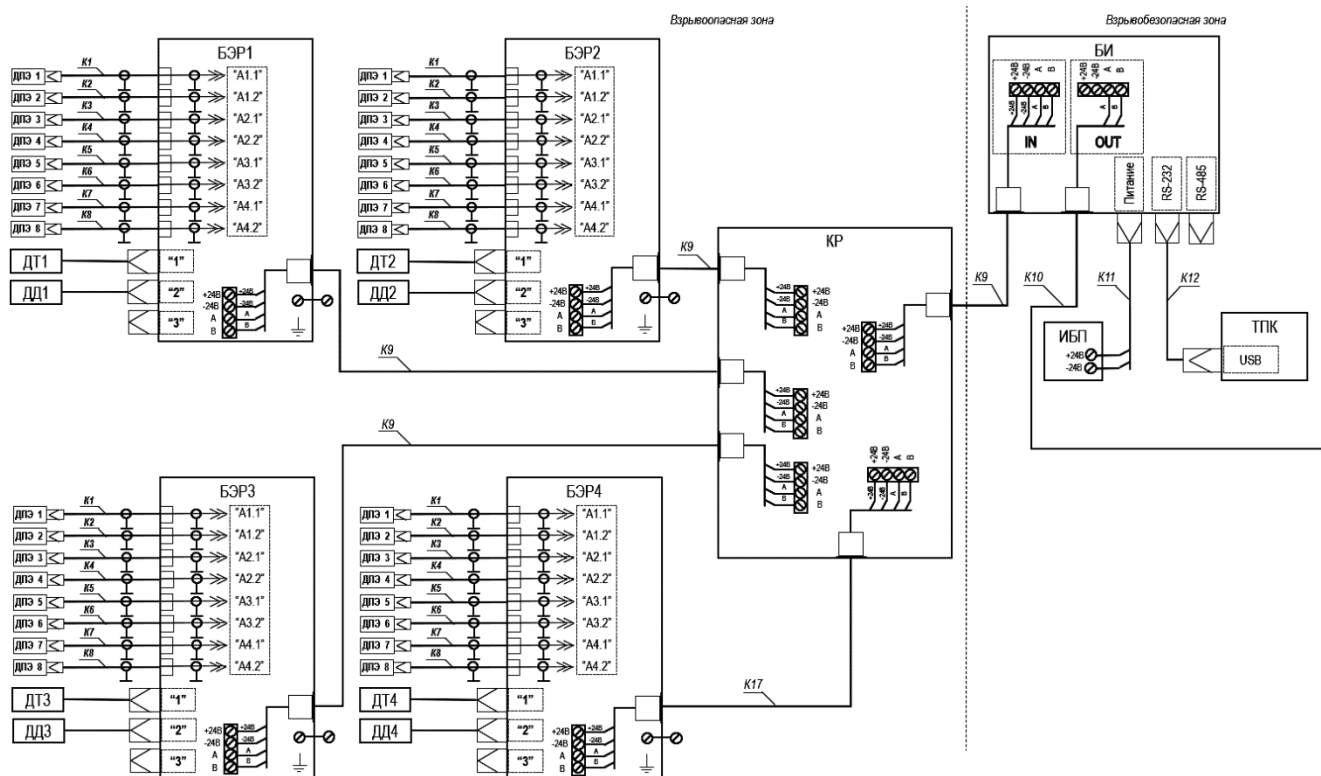
К10 – КПС;

К11 – кабель для передачи данных (предоставляется заказчиком);

К12 – кабель ВМПЛ4.841.090;

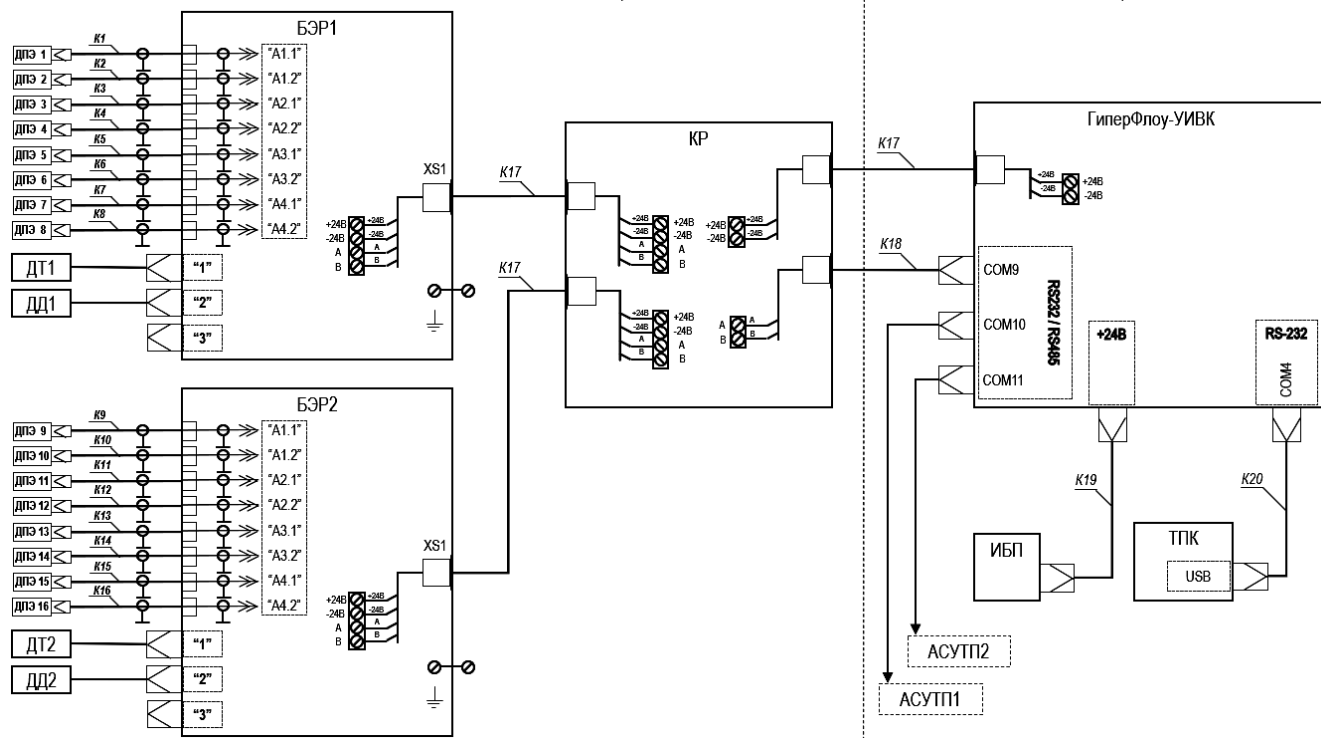
К13 – кабель-адаптер USB to DB9M из комплекта БИ.

Рисунок Г.5 – Схема подключения измерительного комплекса с БЭР ВМПЛ3.857.001-01 и БЭР-ВР ВМПЛ5.857.007 через БИ



- ДПЭ1 – ДПЭ8 – датчики пьезоэлектрические (8 шт.);
 ДД1 – ДД4 – датчик давления;
 ДТ – ДТ4 – термпреобразователь сопротивления погружной из комплекта ДТ
 ВМПЛ4.078.033;
 БЭР1 – БЭР4 – блок электроники ВМПЛ3.857.001-01;
 ТПК – технологический компьютер;
 ИБП – источник бесперебойного питания ИБП-002 КРАУ4.100.002;
 КР – коробка распределительная взрывозащищённая (см. **Рисунок Г.10**);
 К1 – К8 – кабели из состава КИУ (8 шт.);
 К9 – КПС;
 К10 – кабель для передачи данных (предоставляется заказчиком);
 К11 – кабель ВМПЛ4.841.090;
 К12 – кабель-адаптер USB to DB9M из комплекта БИ.

**Рисунок Г.6 – Схема подключения четырёх измерительных комплексов
с БЭР ВМПЛ3.857.001-01 через БИ**



АСУТП1, АСУТП2 – автоматизированная система управления технологическими процессами;

ДПЭ1 – ДПЭ16 – датчики пьезоэлектрические (16 шт.);

ДД1 – ДД2 – датчик давления;

ДТ – ДТ2 – датчик температуры;

БЭР1, БЭР2 – блок электроники ВМПЛЗ.857.001-01;

ТПК – технологический компьютер;

ИБП – источник бесперебойного питания ИБП-002 КРАУ4.100.002;

КР – коробка распределительная взрывозащищённая (см. **Рисунок Г.10**);

K1 – K16 – кабели из состава КИУ (16 шт.);

K17 – КПС;

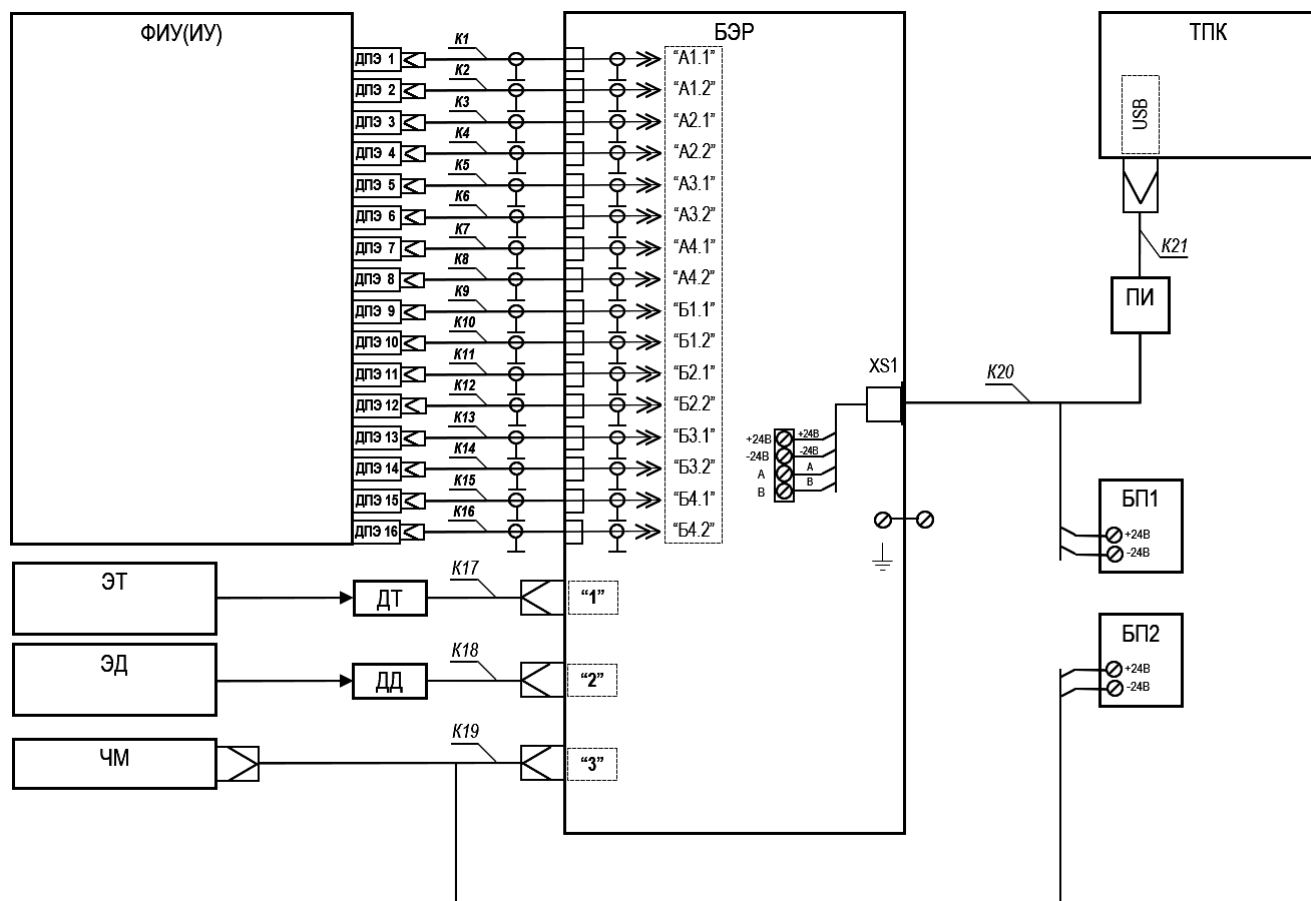
K18 – кабель КРАУ4.841.963 из комплекта коммуникатора «ГиперФлоу-УИВК»

КРАУ1.456.031;

K19 – кабель КРАУ4.841.961 из комплекта ИБП-002;

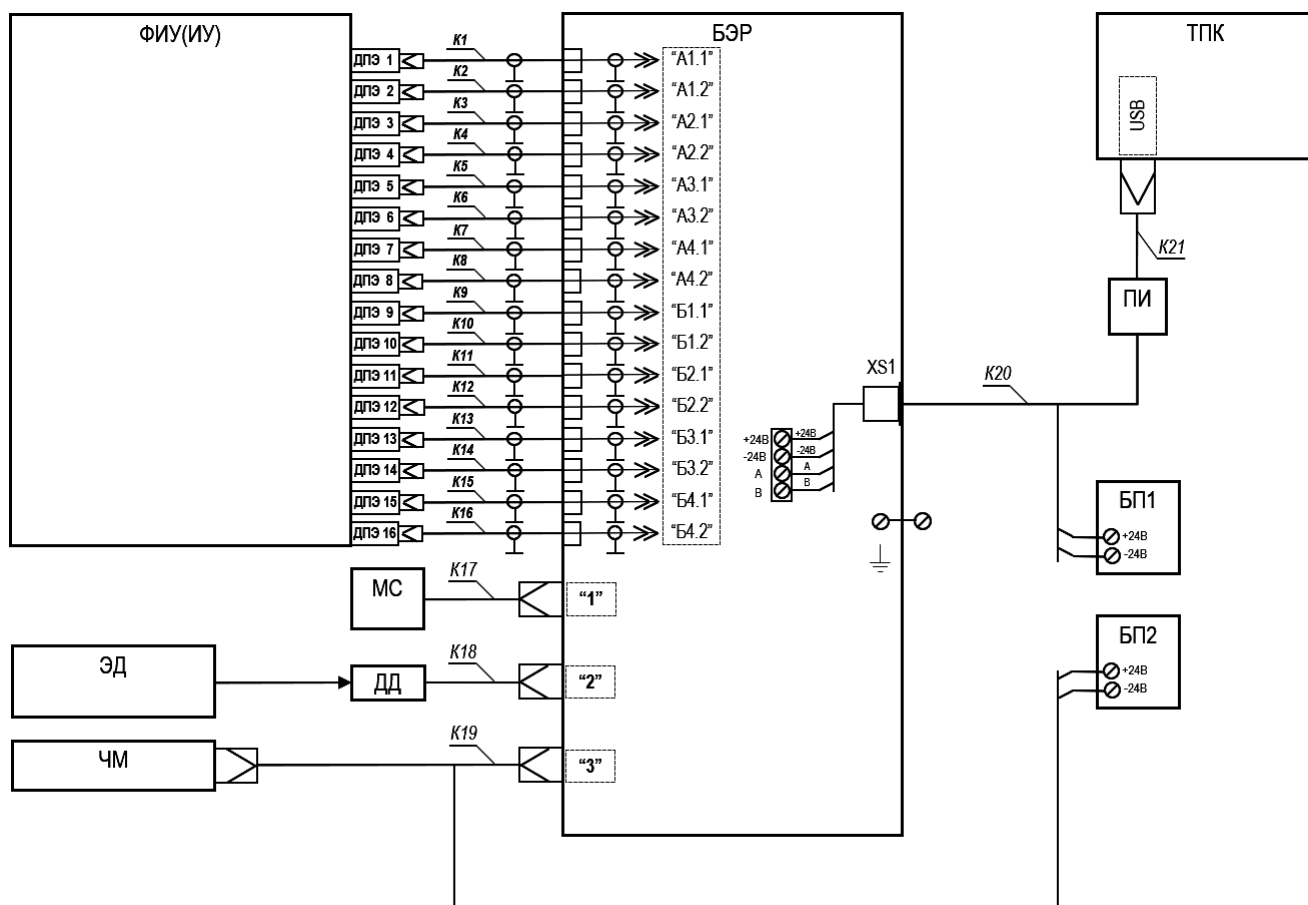
K20 – кабель КРАУ4.841.965.

Рисунок Г.7 – Вариант схемы подключения измерительного комплекса с двумя БЭР ВМПЛЗ.857.001-01 через коммутатор «Гиперфлоу-УИВК» КРАУ1.456.031



- БЭР – блок электроники ВМПЛ3.857.001 (ВМПЛ3.857.001-01);
 БП1, БП2 – блок питания постоянного тока DRAN30-24;
 ДПЭ1 – ДПЭ16 (ДПЭ1 – ДПЭ8, ДПЭ1 – ДПЭ4) – датчики пьезоэлектрические (16, 8 или 4 шт. в зависимости от модели БЭР);
 ДД – датчик давления;
 ДТ – датчик температуры;
 ТПК – технологический компьютер;
 К1 – К16 (К1 – К8, К1 – К4) – кабели из состава КИУ (16, 8 или 4 шт. в зависимости от модели БЭР);
 К17 – кабель ДТ;
 К18 – кабель ДД;
 К19 – кабель частотомера;
 К20 – КПС;
 К21 – кабель USB;
 ФИУ(ИУ) – фланцевый или бесфланцевый измерительный участок;
 ЭТ – эталон температуры;
 ЭД – эталон давления.

Рисунок Г.8 – Схема подключения КИУ при проведении поверки с использованием эталона температуры



БЭР – блок электроники ВМПЛ3.857.001 (ВМПЛ3.857.001-01);

БП1, БП2 – блок питания постоянного тока DRAN30-24;

ДПЭ1 – ДПЭ16 (ДПЭ1 – ДПЭ8, ДПЭ1 – ДПЭ4) – датчики пьезоэлектрические (16, 8 или 4 шт. в зависимости от модели БЭР);

ДД – датчик давления;

ДТ – датчик температуры;

ТПК – технологический компьютер;

К1 – К16 (К1 – К8, К1 – К4) – кабели из состава КИУ (16, 8 или 4 шт. в зависимости от модели БЭР);

К17 – кабель ДТ;

К18 – кабель ДД;

К19 – кабель частотомера.

К20 – КПС;

К21 – кабель USB;

МС – магазин сопротивлений;

ФИУ(ИУ) – фланцевый или бесфланцевый измерительный участок;

ЭД – эталон давления.

Рисунок Г.9 – Схема подключения КИУ при проведении поверки с использованием магазина сопротивлений

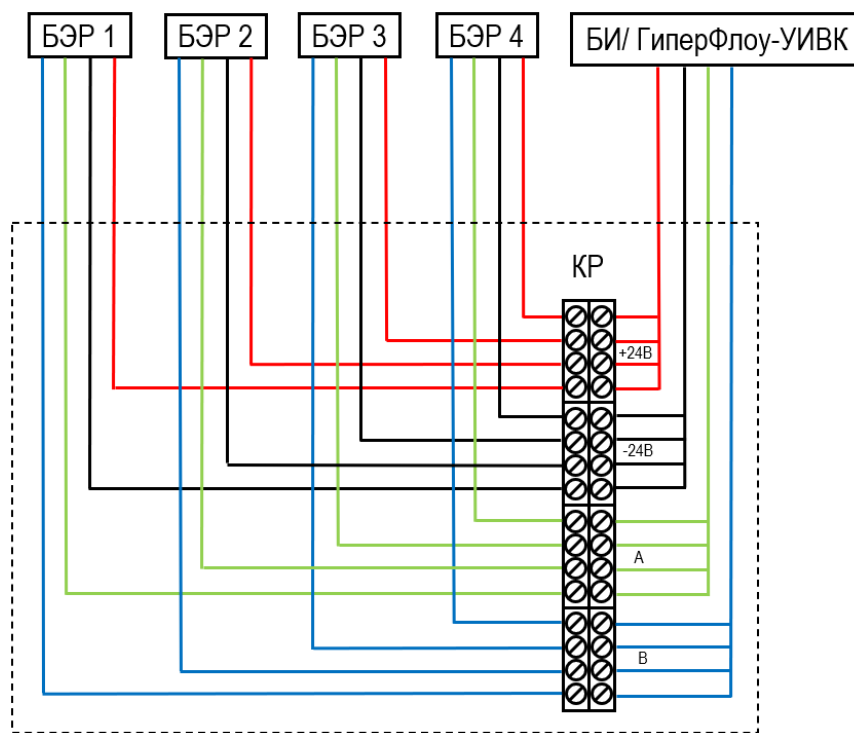
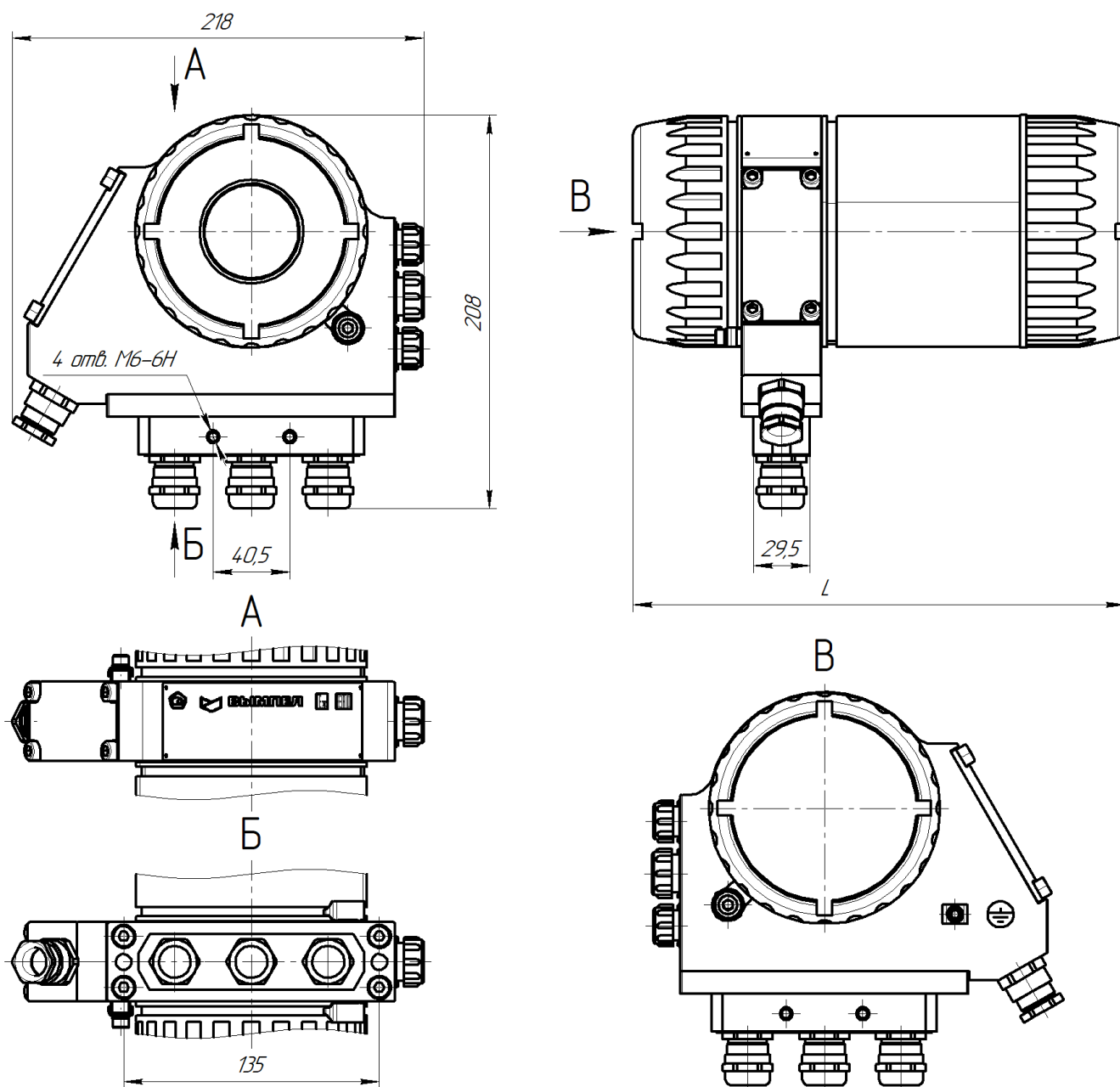


Рисунок Г.10 – Схема подключения нескольких КИУ к БИ/ ГиперФлоу-УИВК с использованием КР

Приложение Д (справочное)

Габаритно-установочные размеры составных частей прибора



Обозначение	L, мм
ВМПЛ3.857.001,	251
ВМПЛ3.857.001-01	206
ВМПЛ5.87.007	149

Рисунок Д.1 – Блоки электроники ВМПЛ3.857.001, ВМПЛ3.857.001-01 и вычислитель (корректор) расхода ВМПЛ5.857.007

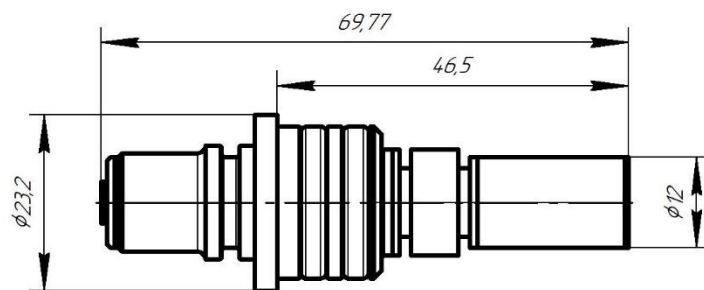


Рисунок Д.2 – Датчик пьезоэлектрический ВМПЛ5.129.003

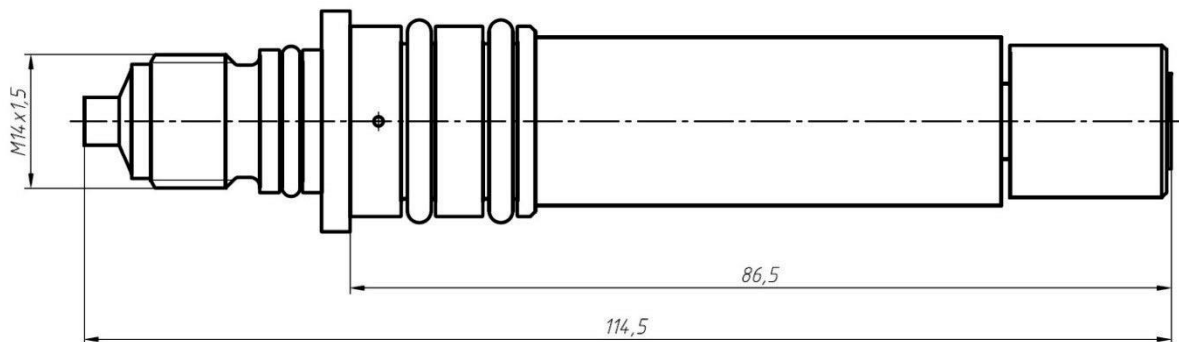


Рисунок Д.3 – Датчик пьезоэлектрический ВМПЛ5.129.011

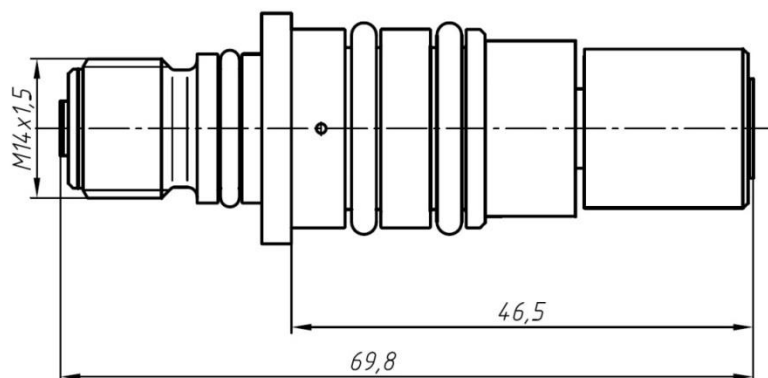


Рисунок Д.4 – Датчик пьезоэлектрический КРАУ5.129.009-05

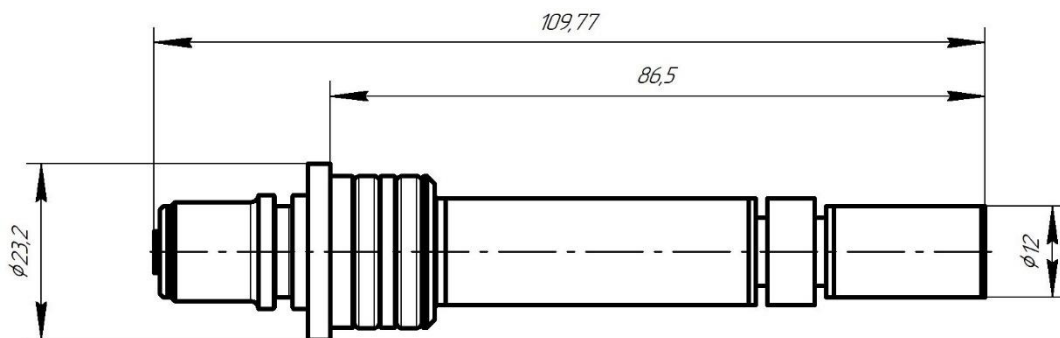
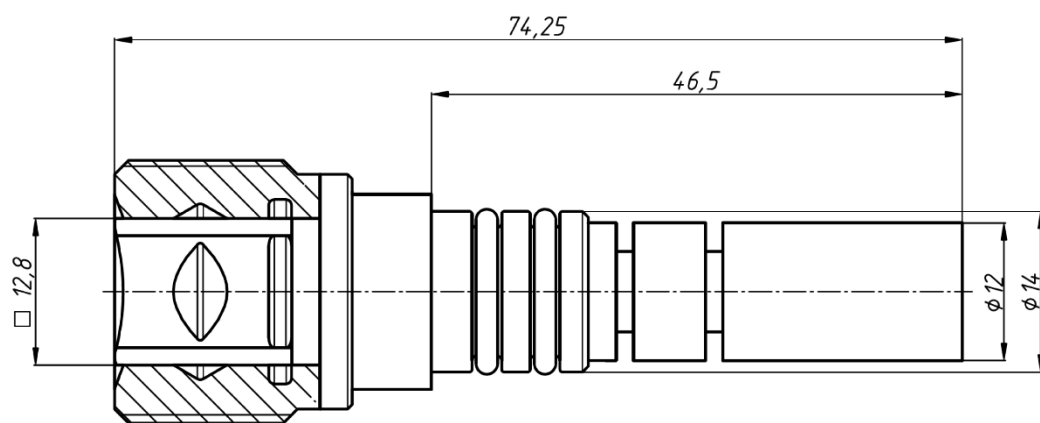
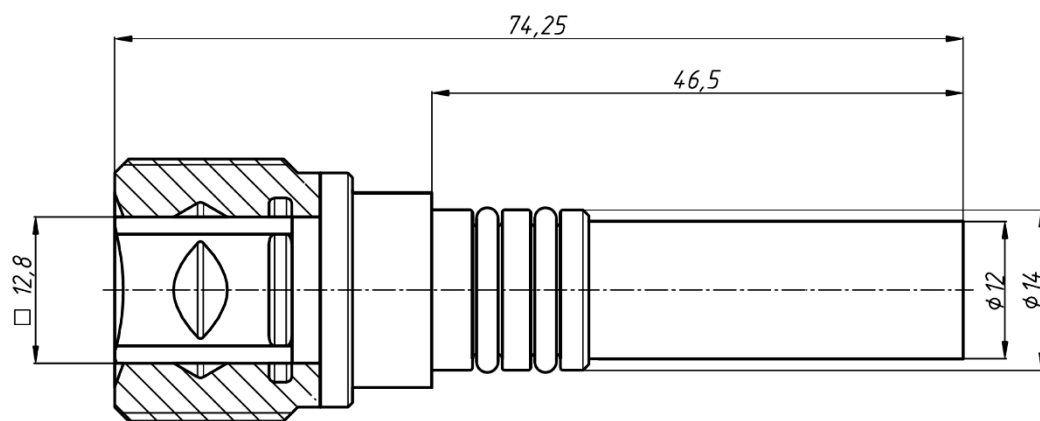


Рисунок Д.5 – Датчик пьезоэлектрический ВМПЛ5.129.014



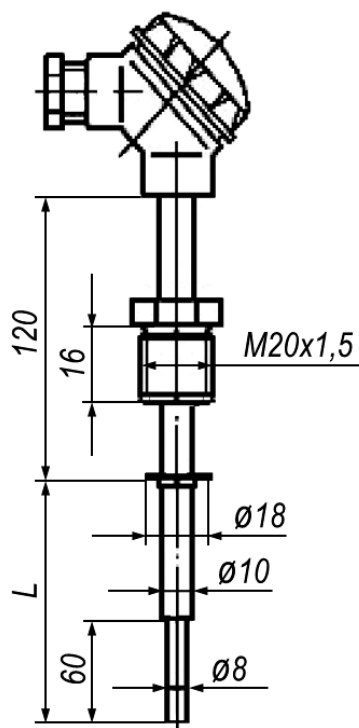
а



б

а – ДПЭ ВМПЛ5.129.013, б – ВМПЛ5.129.018

Рисунок Д.6 – Датчики пьезоэлектрические ВМПЛ5.129.013 и ВМПЛ5.129.018



L – определяется диаметром трубопровода (в соответствии с ГОСТ 8.611-2013)

Длина кабеля при штатной поставке: 3м

Рисунок Д.7 – Погружной термопреобразователь сопротивления

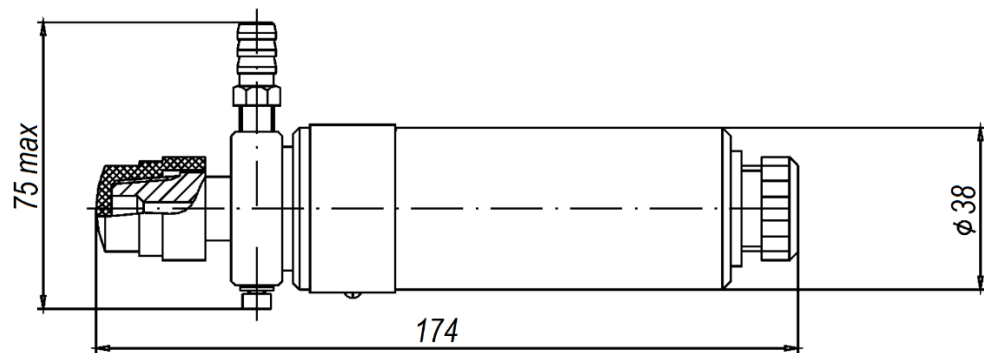


Рисунок Д.8 – Датчики избыточного давления ДИ-017
КРАУ2.849.017, КРАУ2.849.017-01, КРАУ2.849.017-02, КРАУ2.849.017-03, КРАУ2.849.017-04;
датчики абсолютного давления ДА-018
КРАУ2.849.018, КРАУ2.849.018-01, КРАУ2.849.018-02, КРАУ2.849.018-03, КРАУ2.849.018-04,
КРАУ2.849.018-05

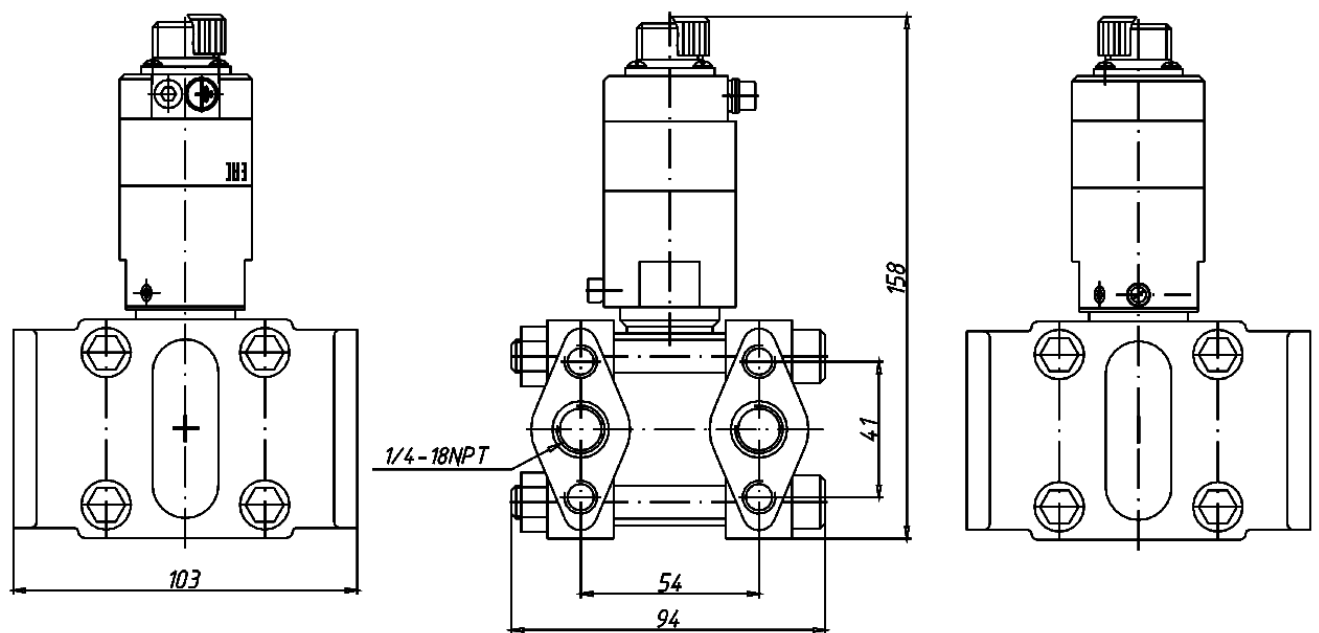


Рисунок Д.9 – Датчики перепада давления ДП-022
КРАУ2.849.022-10, КРАУ2.849.022-11, КРАУ2.849.022-12, КРАУ2.849.022-13,
КРАУ2.849.022-14, КРАУ2.849.022-15, КРАУ2.849.022-16, КРАУ2.849.022-17,
КРАУ2.849.022-18, КРАУ2.849.022-19

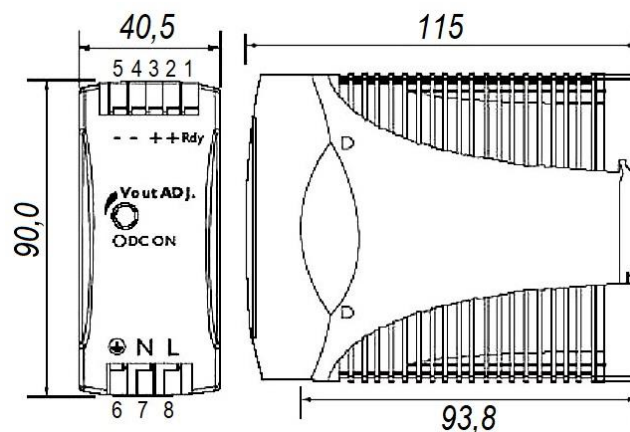


Рисунок Д.10 – Блок питания постоянного тока DRAN30-24

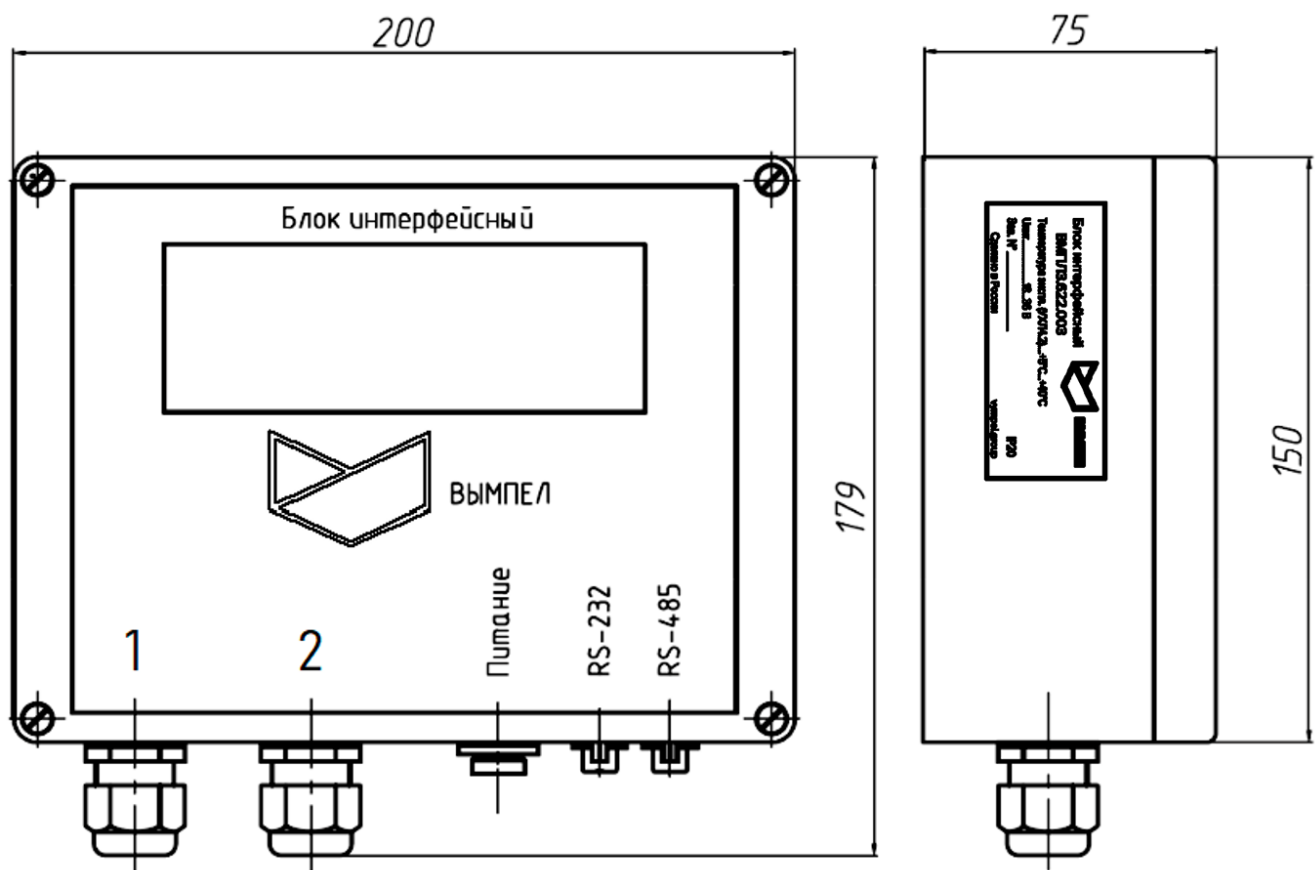


Рисунок Д.11 – Блок интерфейсный ВМПЛ3.622.003

Приложение Е
(справочное)
Монтаж составных частей прибора. Состав комплектов
монтажных частей

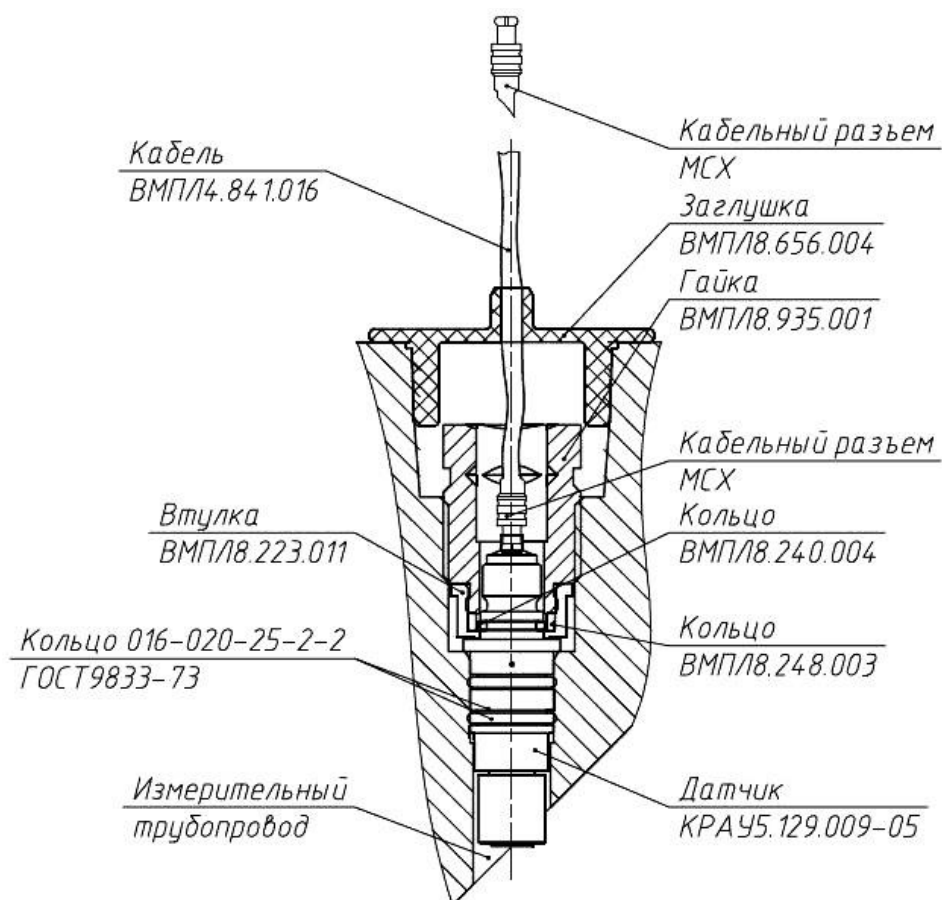


Рисунок Е.1 – Монтаж датчиков пьезоэлектрических

Таблица Е.1

Обозначение	Наименование	Количество
ВМПЛ4.078.007	Монтажный комплект ДПЭ	1
Детали		
ВМПЛ8.223.011	Втулка	1
ВМПЛ8.240.003	Кольцо	1
ВМПЛ8.240.004	Кольцо	1
ВМПЛ8.935.001	Гайка	1

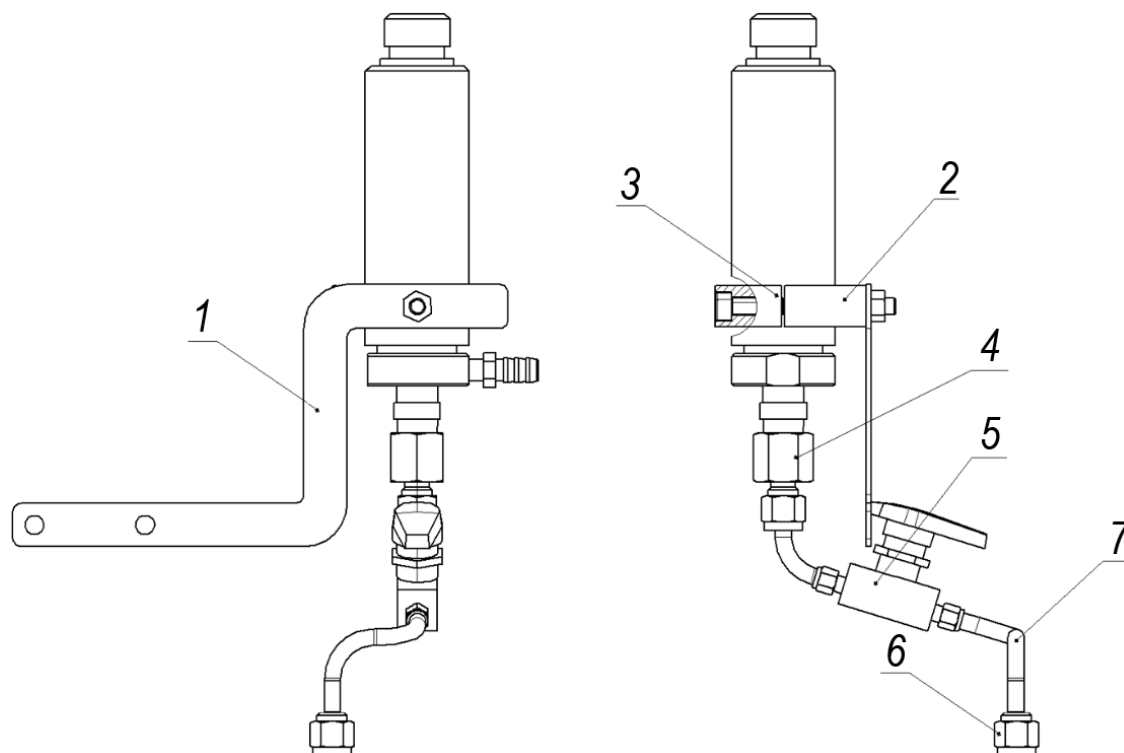


Рисунок Е.2 – Монтаж ДД

Таблица Е.2

Поз.	Обозначение	Наименование	Количество
	ВМПЛ4.078.031	Комплект монтажных частей датчика давления	
Детали			
1	ВМПЛ8.090.071	Стойка датчика давления	1
2	ВМПЛ8.665.004	Хомут	1
3	ВМПЛ8.665.005	Хомут	1
Стандартные изделия			
		Винт DIN 912 M6x16–A2	2
		Винт DIN 912 M6x20–A2	1
		Винт DIN 912 M6x35–A2	2
		Гайка DIN 982 M6–A2	1
Прочие изделия			
4		Переходник DAF6M-4N	1
5		Кран V82A-D6M-A-S	1
6		Штуцер DMC6M-2N	1
Материалы			
7		Трубка импульсная ТНТ-3R60-6-1 L=300 h16	1

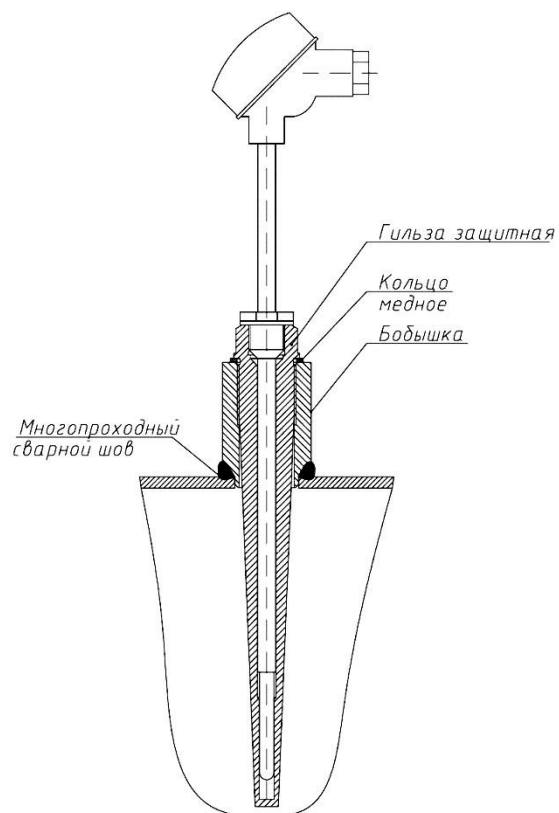


Рисунок Е.3 – Монтаж погружного термопреобразователя сопротивления на измерительный трубопровод

Приложение Ж
(справочное)
Таблицы разъёмов

Ж.1 Таблицы разъёмов и электрические параметры цепей разъёмов БЭР ВМПЛЗ.857.001, ВМПЛЗ.857.001-01 и БЭР-ВР ВМПЛ5.857.007

Таблица Ж.1 – Разъёмы XW1 – XW16 для подключения ДПЭ А1-А16 (кроме БЭР-ВР)

Контакт	Наименование	Характеристика цепи
1	Датчик	Выходной сигнал, $U_{\max} \leq 80 \text{ В}$, $I_{\max} \leq 60 \text{ мА}$,
2	Общий	

Таблица Ж.2 – Разъём термопреобразователя сопротивления «1» (ДТ)

Контакт	Наименование	Характеристика цепи
1, 2	Вых + ДТ	Входная цепь $U_{\text{вх}} \leq 3,6 \text{ В}$, $I_{\text{вх}} \leq 10 \text{ мА}$
3, 4	Вых – ДТ	Входная цепь $U_{\text{вх}} \leq 3,6 \text{ В}$, $I_{\text{вх}} \leq 10 \text{ мА}$
Корпус	Общ. ДТ	

Таблица Ж.3 – Разъём датчика давления «2» (ДД)

Контакт	Наименование	Характеристика цепи
1	Test ДД	Выходной сигнал, $U_{\max} \leq 3,6 \text{ В}$, $I_{\max} \leq 10 \text{ мА}$
2	Reset ДД	Выходной сигнал, $U_{\max} \leq 3,6 \text{ В}$, $I_{\max} \leq 10 \text{ мА}$
3	RXD ДД	Выходной сигнал, $U_{\max} \leq 3,6 \text{ В}$, $I_{\max} \leq 10 \text{ мА}$
4	TXD ДД	Входной сигнал, $U_{\max} \leq 3,6 \text{ В}$, $I_{\max} \leq 10 \text{ мА}$
5	+3,2 В	Питание, $U_{\max} \leq 3,6 \text{ В}$, $I_{\max} \leq 50 \text{ мА}$, $C_{\text{нагр}} \leq 10 \text{ мкФ}$, $L_{\text{нагр}} = 0$
6	GND	
7	RST 1	Программирование, $U_{\max} \leq 3,6 \text{ В}$, $I_{\max} \leq 10 \text{ мА}$, $C_{\text{нагр}} = 0$, $L_{\text{нагр}} = 0$

Таблица Ж.4 – Разъём внешних цепей «3»

Контакт	Наименование	Характеристика цепи
1	FREQ_ прям.	Выходная цепь, открытый коллектор, $C_i \leq 0,1 \text{ мкФ}$, $L_i \leq 0,1 \text{ мГн}$, допустимое напряжение от внешнего источника $U_{\max} \leq 15 \text{ В}$, $I_{\max} \leq 10 \text{ мА}$
2	FREQ_ обр.	
3	GND_ обр.	
4	GND_ прям.	

Таблица Ж.5 – Клеммный соединитель XS1 цепей электропитания и интерфейса RS-485

Контакт	Наименование	Характеристика цепи
1	+24V	Электропитание: от 18 до 36 В
2	–24V	
3	A_485	Интерфейс RS-485
4	B_485	

Ж.2 Электрические параметры цепей устройств, подключаемых к БЭР ВМПЛ3.857.001, ВМПЛ3.857.001-01 и БЭР-ВР ВМПЛ5.857.007

Таблица Ж.6 – Параметры ДПЭ, подключаемых к разъёмам XW1-XW16 (XW1-XW8)

Контакт	Наименование	Характеристика цепи
1	Датчик	Входная цепь $C_i \leq 0,01$ мкФ, $L_i \leq 0,1$ мГн, $R_i \leq 1$ МОм; $U_{вх} \leq 60$ В; $I_{вх} \leq 60$ мА
2	Общий	

Таблица Ж.7 – Параметры датчика давления, подключаемого к разъёму «2» (ДД)

Контакт	Наименование	Характеристика цепи
1	Test ДД	Входной сигнал, $U_{max} \leq 3,6$ В, $I_{max} \leq 1$ мА
2	Reset ДД	Входной сигнал, $U_{max} \leq 3,6$ В, $I_{max} \leq 1$ мА
3	RXD ДД	Входной сигнал, $U_{max} \leq 3,6$ В, $I_{max} \leq 1$ мА
4	TXD ДД	Выходной сигнал, $U_{max} \leq 3,6$ В, $I_{max} \leq 10$ мА
5	+3,2 В	Питание, $U_{max} \leq 3,6$ В, $I_{max} \leq 50$ мА, $C_{нагр} \leq 10$ мкФ, $L_{нагр} = 0$
6	GND	
7		Программирование, $U_{max} \leq 3,6$ В, $I_{max} \leq 10$ мА, $C_{нагр} = 0$, $L_{нагр} = 0$

Таблица Ж.8 – Параметры ТС, подключаемого к разъёму «1» (ДТ)

Контакт	Наименование	Характеристики цепи
1, 2	1 вывод ТС	Омическое сопротивление: от 30 до 200 Ом
3, 4	2 вывод ТС	

Параметры кабеля связи между ТС и БЭР/ БЭР-ВР:

- Длина кабеля: не более 15 м;
- Ёмкость $C_{кабеля} \leq 0,1$ мкФ, индуктивность $L_{кабеля} \leq 0,1$ мГн.

Ж.3 Электрические параметры кабеля КПС

Параметры кабеля линии связи и питания для подключения прибора к электропитанию и системам верхнего уровня должны соответствовать для нормальных (по ГОСТ Р 52931-2008) условий эксплуатации. Кабель должен содержать минимум две жилы питания и одну витую пару для передачи данных.

Напряжение на входных клеммах питания КИУ (с учётом падения напряжения в кабеле) должно быть не менее 18 В. Таким образом, при электропитании от источника с номинальным выходным напряжением 24 В, входящего в комплект поставки, падение напряжения на линии не должно превышать 6 В. Сечение жил питания выбирается в зависимости от длины линии питания и связи и мощности нагрузки. Мощность нагрузки зависит от комплектации КИУ (комбинации блоков электроники, подключенных КПС).

Мощности и максимально допустимые сопротивления жил питания, $R_{ж\max}$, Ом, для различных комплектаций КИУ в соответствии с Таблицей Ж.9.

Таблица Ж.9 – Мощности и максимально допустимые сопротивления жил питания для различных комплектаций КИУ

Комплектация КИУ	Мощность, Вт	Максимальное сопротивление одной жилы кабеля, $R_{ж\max}$, Ом
Один БЭР	3	18,0
Два БЭР	4	13,5
Один БЭР и один БЭР-ВР	4	13,5

Расчётные значения сопротивления КПС в зависимости от длины линии электропитания и связи, сечения жилы и числа параллельно соединённых жил для различных конфигураций КИУ (различных значений $R_{ж\max}$) в соответствии с Таблицами Ж.10 и Ж.11.

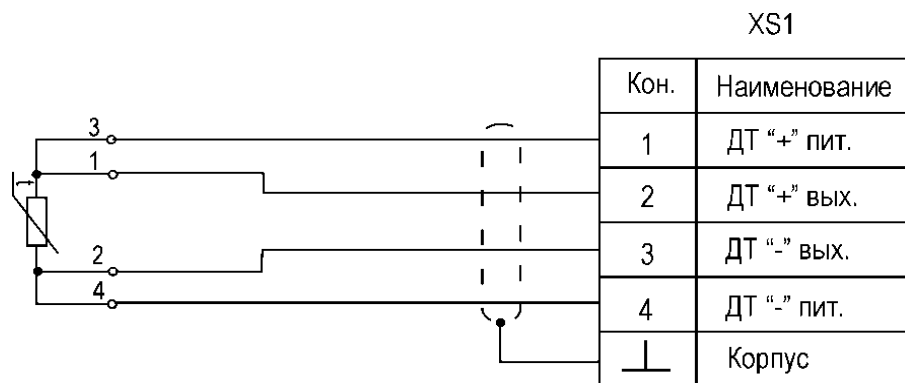
Таблица Ж.10 – Расчётные значения характеристик КПС для КИУ с одним БЭР ($R_{ж\max}=18,0$ Ом)

Сечение жилы КПС, мм ²	Электрическое сопротивление 1км жилы, Ом, не более	Число соединённых жил	Длина КПС, м	Сопротивление КПС, Ом
0,5	40,5	1	100	4,1
0,75	25,2	1	200	5
1,2	16	1	300	4,8
1,5	13,5	1	400	5,4
1,5	13,5	1	500	6,8
1,5	13,5	2	600	4,1
1,5	13,5	2	700	4,7
1,5	13,5	2	800	5,4
1,5	13,5	2	900	6
1,5	13,5	2	1000	6,8

Таблица Ж.11 – Расчётные значения характеристик КПС для КИУ с двумя БЭР либо с одним БЭР и одним БЭР-ВР ($R_{ж\max}=13,5$ Ом)

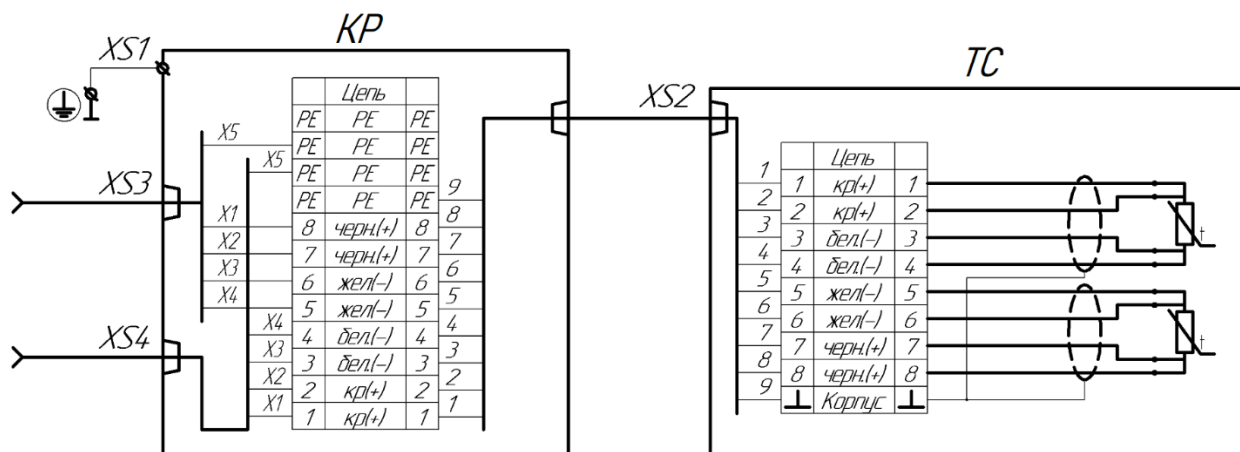
Сечение жилы КПС, мм²	Электрическое сопротивление 1км жилы, Ом, не более	Число соединенных жил	Длина КПС, м	Сопротивление КПС, Ом
0,5	40,5	1	100	4,1
0,75	25,2	1	200	5
1,2	16	1	300	4,8
1,5	13,5	1	400	5,4
1,5	13,5	2	500	3,4
1,5	13,5	2	600	4,1
1,5	13,5	2	700	4,7
1,5	13,5	2	800	5,4
1,5	13,5	3	900	4,1
1,5	13,5	3	1000	4,5

Приложение И (справочное) Схемы кабелей



XS1 – розетка каб. 2PMT14КПН4Г1А1В (доп. замена на ОНЦ-РГ-09-4/14-Р12)

а – схема кабеля ВМПЛ4.841.098 и его соединения с внутренними проводниками ТС



ТС – Термометр сопротивления с двумя чувствительными элементами ТСР012.53Сп

Комплект монтажный для термопреобразователя сопротивления ВМПЛ4.078.334:

XS1 – Кабель заземления ВМПЛ4.842.012-02

XS2 – Кабель термометра сопротивления ВМПЛ4.853.032

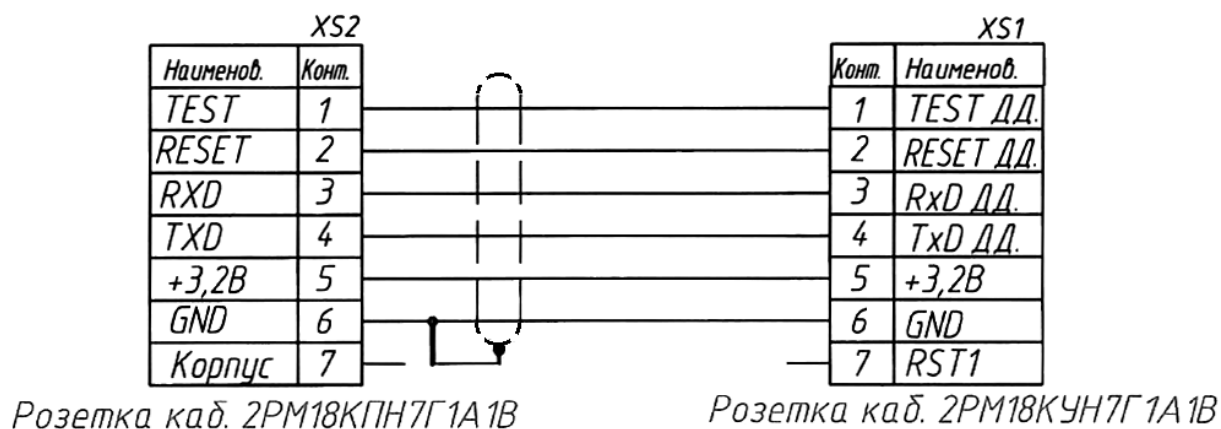
XS3 – Кабель к КИУ 1 ВМПЛ4.853.033

XS4 – Кабель к КИУ 2 ВМПЛ4.853.033-01 (либо ВМПЛ4.853.033-02)

КР – Клеммная коробка ВМПЛ3.622.008

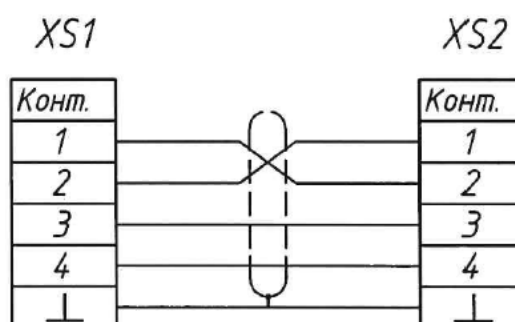
б – схема подключения ТС с двумя чувствительными элементами по четырёхпроводной схеме через клеммную коробку

Рисунок И.1 - Схемы кабелей и их соединение с внутренними проводниками ТС



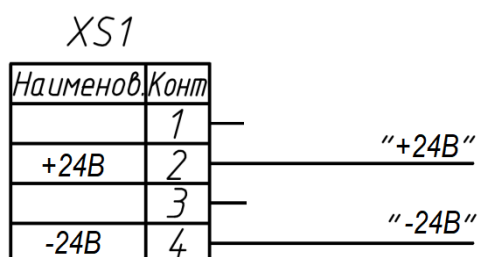
Обозначение	L, мм	Примечание
ВМПЛ4.853.026	500	
-01	1000	
-02	10000 max	Длина по заказу потребителя

Рисунок И.2 – Схема кабеля ДД ВМПЛ4.853.026



XS1, XS2 – розетка 2PM14КПН4Г1А1В ГЕ0.364.126ТУ (доп. замена на ОНЦ-РГ-09-4/14-Р12)

Рисунок И.3 – Схема кабеля синхронизации ВМПЛ4.841.097



XS1 – розетка BD-4BFFA-LL7001

Рисунок И.4 – Схема кабеля ВМПЛ4.841.090 для подключения ИБП к БИ из комплекта БИ

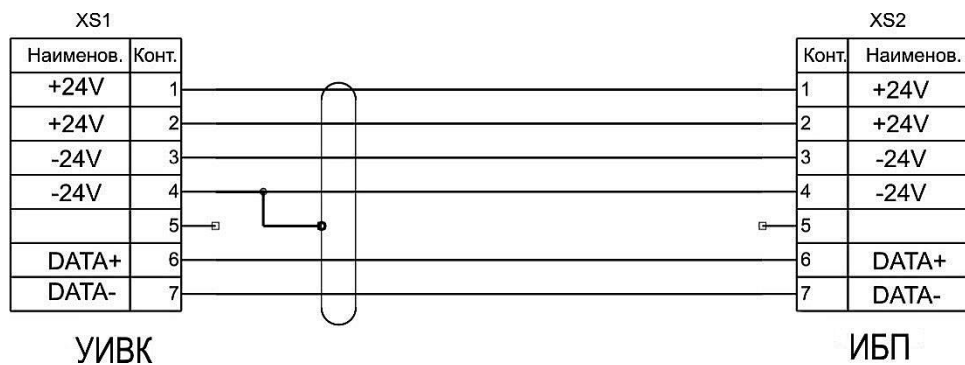


Рисунок И.5 – Схема кабеля КРАУ4.841.961 для подключения источника бесперебойного питания ИБП-002 к «ГиперФлоу-УИВК»

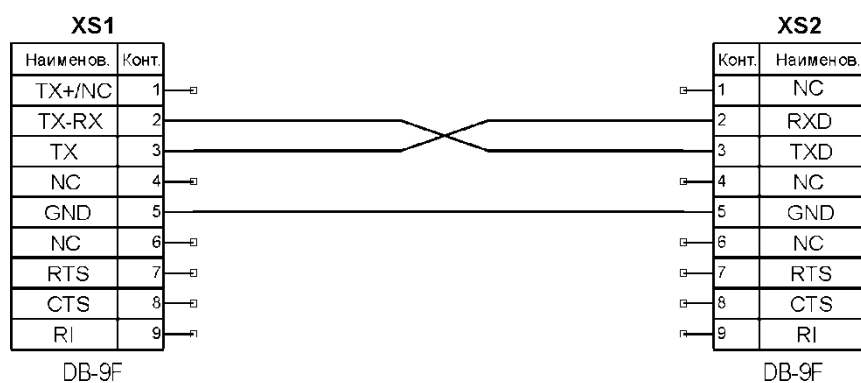


Рисунок И.6 – Схема кабеля КРАУ4.841.965 для подключения ТК к «ГиперФлоу-УИВК»

Приложение К (обязательное)

Коды ошибок и предупреждений и способы их устранения

Таблица К.1 – Коды ошибок и способы их устранения

Коды ошибок и предупреждений			Причина	Способ устранения
Уровень	Код	Описание		
1	2	3	4	5
1	0x00000001	Ошибка теста датчика 1 канала A1	Отказ или сильное загрязнение ДПЭ	Произвести очистку или замену ДПЭ
	0x00000002	Ошибка теста датчика 2 канала A1		
	0x00000004	Ошибка теста датчика 1 канала B1		
	0x00000008	Ошибка теста датчика 2 канала B1		
	0x00000010	Ошибка теста датчика 1 канала A2		
	0x00000020	Ошибка теста датчика 2 канала A2		
	0x00000040	Ошибка теста датчика 1 канала B2		
	0x00000080	Ошибка теста датчика 2 канала B2		
	0x00000100	Ошибка теста датчика 1 канала A3		
	0x00000200	Ошибка теста датчика 2 канала A3		
	0x00000400	Ошибка теста датчика 1 канала B3		
	0x00000800	Ошибка теста датчика 2 канала B3		
	0x00001000	Ошибка теста датчика 1 канала A4		
	0x00002000	Ошибка теста датчика 2 канала A4		
	0x00004000	Ошибка теста датчика 1 канала B4		
	0x00008000	Ошибка теста датчика 2 канала B4		
	0x00010000	Ошибка канала A1 в рабочем режиме	Отказ или сильное загрязнение ДПЭ, либо низкая амплитуда сигнала	
	0x00020000	Ошибка канала B1 в рабочем режиме		
	0x00040000	Ошибка канала A2 в рабочем режиме		
	0x00080000	Ошибка канала B2 в рабочем режиме		
0x00100000	Ошибка канала A3 в рабочем режиме			
0x00200000	Ошибка канала B3 в рабочем режиме			
0x00400000	Ошибка канала A4 в рабочем режиме			
0x00800000	Ошибка канала B4 в рабочем режиме			
0x01000000	Ошибка измерения по каналу A			
0x02000000	Ошибка измерения по каналу B			
2	0x00000001	Ошибка по температуре	Неисправность канала измерения температуры (КИУ перешёл в режим измерения расхода в состоянии ошибки)	Проверить кабельное соединение ТС. Произвести ремонт или замену ТС
	0x00000002	Ошибка по давлению	Неисправность канала измерения давления (КИУ перешёл в режим измерения расхода в состоянии ошибки)	Проверить кабельное соединение ДД. Произвести ремонт или замену ДД
	0x00000004	Ошибка расчёта параметров физических свойств измеряемой среды	Некорректные параметры (давление, температура, компонентный состав и т.д.) измерений (КИУ перешёл в режим измерения расхода в состоянии ошибки)	Ввести с помощью ППО корректные параметры

продолжение таблицы К.1

1	2	3	4	5
2	0x00000008	Ошибка по скорости	Критические отклонения в работе каналов измерения скорости (КИУ перешёл в режим измерения расхода в состоянии ошибки)	Проверить элементы каналов измерения скорости (ДПЭ, кабели, БЭР/ БЭР-ВР)
	0x00000010	Состояние компенсации сбоя луча	Предельные отклонения в работе измерительных каналов ДПЭ (включен специальный режим, КИУ перешёл в режим измерения расхода в состоянии ошибки)	Произвести очистку или замену ДПЭ
	0x00000020	Отсечка по расходу	Штатная ситуация (включен специальный режим)	Информация к сведению, не требует принятия мер по исправлению
	0x00000040	Ограничение по минимуму расхода	Штатная ситуация (включен специальный режим, выход за пределы допустимого диапазона измерения расхода, возможны отклонения в точности измерений, КИУ перешёл в режим измерения расхода в состоянии ошибки)	
	0x00000080	Ограничение по максимуму расхода		
	0x00000100	Ограничение по минимуму температуры		
	0x00000200	Ограничение по максимуму температуры		
	0x00000400	Ограничение по минимуму давления	Штатная ситуация (включен специальный режим)	
	0x00000800	Ограничение по максимуму давления		
	0x00001000	Включен режим эмуляции расхода		
	0x00002000	Включен режим эмуляции температуры		
	0x00004000	Включен режим эмуляции давления		
	0x00008000	Технологический режим	КИУ находится в технологическом режиме	Обратиться в службу техподдержки производителя
	0x00010000	Потеря связи с корректором	Обрыв провода связи, неисправность БЭР или БЭР-ВР	Проверить состояние провода связи. Обратиться в службу техподдержки производителя
	0x00020000	Отсутствует датчик перепада давления	Датчик перепада давления отсутствует или неисправен, либо неисправен его канал связи	Проверить кабельное соединение ДПД. Произвести ремонт или замену ДПД (при его наличии)
	0x00040000	Ошибка измерения перепада давления	Неисправность датчика перепада давления или его канала связи	Проверить кабельное соединение ДПД. Произвести ремонт или замену ДПД
3	0x00000001	Аппаратная блокировка записи метрологических данных отключена	Аппаратный ключ деактивирован или неисправен, КИУ перешёл в режим измерения расхода в состоянии ошибки	Обратиться в службу техподдержки производителя
	0x00000002	Архив метрологических вмешательств полон	Архив метрологических вмешательств полон, КИУ перешёл в режим измерения расхода в состоянии ошибки	Обратиться в службу техподдержки производителя
	0x00000004	Архив метрологических тревог полон	Архив метрологических тревог полон, КИУ перешёл в режим измерения расхода в состоянии ошибки	Обратиться в службу техподдержки производителя

Алматы (7273)495-231
Ангарск (3955)60-70-56
Архангельск (8182)63-90-72
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Благовещенск (4162)22-76-07
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Владикавказ (8672)28-90-48
Владимир (4922)49-43-18
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Россия +7(495)268-04-70

Иваново (4932)77-34-06
Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Коломна (4966)23-41-49
Кострома (4942)77-07-48
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Курган (3522)50-90-47
Липецк (4742)52-20-81

Казахстан +7(7172)727-132

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Ноябрьск (3496)41-32-12
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Петрозаводск (8142)55-98-37
Псков (8112)59-10-37
Пермь (342)205-81-47

Киргизия +996(312)96-26-47

Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Саранск (8342)22-96-24
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Сургут (3462)77-98-35
Сыктывкар (8212)25-95-17
Тамбов (4752)50-40-97
Тверь (4822)63-31-35

Тольятти (8482)63-91-07
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)33-79-87
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Улан-Удэ (3012)59-97-51
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Чебоксары (8352)28-53-07
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Чита (3022)38-34-83
Якутск (4112)23-90-97
Ярославль (4852)69-52-93

gtg@nt-rt.ru || <https://hydro.nt-rt.ru/>