



**РАСХОДОМЕР-СЧЕТЧИК  
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ**

**ВЗЛЕТ РК**

**ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ  
ШКСД.407251.035 РЭ**



Россия, Санкт-Петербург

Сделано в России

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



**АО «Взлет»**

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

E-mail: [mail@vzljot.ru](mailto:mail@vzljot.ru)

[www.vzljot.ru](http://www.vzljot.ru)

---

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

бесплатный звонок оператору

для соединения со специалистом по интересующему вопросу

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие указания.....	6
2. Меры безопасности.....	6
3. Обеспечение взрывозащищенности при монтаже.....	7
4. Подготовка к монтажу.....	8
5. Требования по монтажу.....	9
5.1. Требования по установке ППР.....	9
5.2. Требования к длинам прямолинейных участков трубопровода.....	10
5.3. Выбор места размещения ВП и БИ.....	11
6. Монтаж расходомера.....	12
6.1. Монтаж ППР.....	12
6.2. Монтаж ВП и БИ.....	14
6.3. Электромонтаж расходомера.....	14
7. Пусконаладочные работы.....	16
8. Демонтаж.....	18
Приложение А. Относительные длины прямолинейных участков.....	19
Приложение Б. Конструкция струевыпрямителей.....	21
Приложение В. Блок коммутации.....	23
Приложение Г. Схемы соединений расходомера.....	25
Приложение Д. Пример протокола монтажных и пусконаладочных работ.....	27

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

БИ	- блок искрозащитный;
БИЗ	- барьер искрозащиты;
БК	- блок коммутации;
ВП	- вторичный преобразователь;
ИМ	- инструкция по монтажу;
ИУ	- измерительный участок;
ППР	- первичный преобразователь расхода;
ПУЭ	- «Правила устройства электроустановок»;
ПЭА	- преобразователь электроакустический;
ТПС	- термопреобразователь сопротивления.

Настоящая инструкция определяет порядок подготовки к эксплуатации, монтажу и демонтажу на объекте расходомера-счетчика ультразвукового ВЗЛЕТ РК (далее – расходомера).

При проведении работ необходимо дополнительно руководствоваться документом «Расходомер-счетчик ультразвуковой ВЗЛЕТ РК. Руководство по эксплуатации» ШКСД.407251.035 РЭ.

***ВНИМАНИЕ!***

- 1. Не допускается приступать к работе с расходомером, не ознакомившись с эксплуатационной документацией.***
- 2. Для монтажа врезных электроакустических преобразователей (ПЭА) должен использоваться рожковый тарированный ключ с размером зева 19 мм. Усилие затяжки – от 8 до 9 Н·м.***
- 3. Для демонтажа врезных ПЭА (вывинчивания из гильз) должен использоваться рожковый гаечный ключ с размером зева 19 мм.***

***Категорически запрещается использование при демонтаже ПЭА иного инструмента, так как это может привести к разгерметизации ПЭА (отвинчиванию внутренней втулки) и обрыву сигнального кабеля. При невыполнении данного требования изготовитель не несет гарантийных обязательств.***
- 4. После завершения всех монтажных и пусконаладочных работ необходимо отослать заверенную копию протокола в инженерно-технический центр АО «Взлет».***

# 1. Общие указания

1.1. При монтаже расходомера следует помнить, что все виды работ необходимо проводить, строго соблюдая требования безопасности и настоящей инструкции.

Все требования и рекомендации, изложенные в настоящей инструкции, являются обязательными для обеспечения эксплуатационной надежности и максимальных сроков службы расходомера.

Несоблюдение требований и рекомендаций настоящей инструкции может привести к отказу расходомера, несчастным случаям в результате механического или электрического воздействия.

Во избежание выхода из строя расходомера, необходимо строго выполнять указания настоящей инструкции.

Выключение, включение и порядок работы с расходомером производить в строгом соответствии с настоящей инструкцией.

1.2. К работам по монтажу расходомера допускаются аттестованные специалисты АО «Взлет» или организации, прошедшие обучение на предприятии-изготовителе и имеющие авторизацию предприятия-изготовителя на выполнение данных видов работ, изучившие настоящий документ, а также эксплуатационную документацию на расходомер.

# 2. Меры безопасности

2.1. К проведению работ по монтажу (демонтажу) расходомера допускается персонал:

- прошедший обучение на предприятии-изготовителе и получивший сертификат на право проведения данного вида работ на объекте установки расходомера;
- имеющий право на проведение работ на электроустановках с напряжением до 1000 В;
- знакомый с документацией на расходомер и вспомогательное оборудование, используемое при проведении работ.

2.2. При проведении работ с расходомером опасными факторами являются:

- напряжение переменного тока с действующим значением до 264 В частотой 50 Гц (при использовании источника питания  $\sim 220/\sqrt{2}=240$ В);
- давление в трубопроводе (до 10 МПа);
- температура сжиженного газа (до минус 200 °С);
- другие опасные факторы, связанные с профилем и спецификой объекта, где эксплуатируется расходомер.

2.3. Перед проведением работ необходимо убедиться с помощью измерительного прибора, что на трубопроводе отсутствует опасное для жизни напряжение переменного или постоянного тока.

2.4. В процессе работ по монтажу, пусконаладке или демонтажу расходомера запрещается:

- производить подключения к расходомеру, переключения режимов работы при включенном питании;
- выполнять рабочие операции на участке трубопровода, находящегося под давлением;

- использовать электроприборы и электроинструменты без подключения их корпусов к магистрали защитного заземления, а также использовать перечисленные устройства в неисправном состоянии;
  - использовать зануление вместо защитного заземления.
- 2.5. Перед тем, как подключить расходомер к сети электропитания, необходимо корпус расходомера соединить с магистралью защитного заземления.

***ВНИМАНИЕ! Перед подключением приборов и инструментов к магистрали защитного заземления необходимо убедиться в отсутствии на ней напряжения.***

### **3. Обеспечение взрывозащищенности при монтаже**

- 3.1. Соответствие требованиям ТР ТС 012/2011 обеспечивается выполнением требований, соответствующих межгосударственных и национальных стандартов на взрывозащищенное оборудование.

При монтаже расходомеров необходимо руководствоваться настоящей ИМ, руководством по эксплуатации ШКСД.407251.035 РЭ, главой 7.3 «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), ГОСТ IEC 60079-10-1-2013, ГОСТ IEC 60079-14-2013 и другими нормативными документами, действующими в данной отрасли промышленности.

- 3.2. Блоки искрозащитные (БИ) устанавливаются вне взрывоопасных зон помещений и наружных установок в условиях необходимой защиты от влаги, пыли, грязи, вибраций, механических повреждений, несанкционированного доступа и чрезмерных колебаний температуры.

При выборе места установки БИ необходимо учитывать следующее:

- места установки БИ должны обеспечивать удобные условия для обслуживания и демонтажа;
  - условия работы БИ должны быть не хуже приведенных в пп.1.2.6-1.2.11 ШКСД.407251.035 РЭ;
  - в местах установки БИ должны быть приняты меры, исключающие появление либо постоянное действие различного рода помех от работы силового электрооборудования.
- 3.3. К проведению работ по монтажу (демонтажу) расходомеров допускаются представители организаций, прошедшие обучение на предприятии-изготовителе и получившие сертификат на право проведения данного вида работ.
- 3.4. Перед монтажом расходомера должна быть проведена первичная проверка в соответствии с ГОСТ IEC 60079-17-2013 для электроустановок с взрывозащитой вида «искробезопасная электрическая цепь «i» уровня «ia». При этом необходимо проверить Ех-маркировку, а также убедиться в целостности корпусов входящих блоков, штепсельных разъемов, изоляции кабелей.
- 3.5. Монтаж расходомеров должен производиться в соответствии со структурой средств взрывозащиты, приведенной в приложении В ШКСД.407251.035 РЭ. Весь монтаж необходимо выполнять при отключенном электропитании расходомера.

3.6. При монтаже должно быть обеспечено надежное соединение клемм заземления БИ и вторичного преобразователя (ВП) с магистралью защитного заземления.

3.7. Внешние искробезопасные и искроопасные цепи должны прокладываться отдельными кабелями. Кабели должны быть надежно закреплены и защищены от механических повреждений.

3.8. Порядок подключения и отключения БИ.

Подключение БИ выполняется в следующей последовательности:

- подключить заземляющий провод;
- подключить кабели связи к клеммам БИ из взрывобезопасной зоны;
- подключить кабели связи к клеммам БИ из взрывоопасной зоны;
- закрыть и опломбировать крышку БИ;
- подключить электропитание к ВП расходомера.

Отключение БИ производится в обратном порядке. Всегда первым монтируется заземление, а отключается оно в последнюю очередь. Оголенные проводники защищаются изолирующей лентой.

3.9. При монтаже (демонтаже) взрывозащищенных ПЭА Ех на объекте необходимо защищать от ударов их излучающую поверхность.

## 4. Подготовка к монтажу

4.1. Для установки расходомера на объекте необходимо:

- наличие свободного участка на трубопроводе для монтажа первичного преобразователя расхода (ППР);
- наличие прямолинейных участков трубопровода требуемой длины до и после места установки ПЭА;
- наличие места для размещения ВП и БИ расходомера в удобном для пользователя положении.

4.2. После транспортировки расходомера к месту проведения работ при отрицательной температуре и внесения его в помещение с положительной температурой, во избежание конденсации влаги необходимо выдержать расходомер в упаковке не менее 3 ч.

При распаковке расходомера проверить его комплектность в соответствии с его паспортом.

***ВНИМАНИЕ! Монтаж расходомера и пусконаладочные работы должны осуществляться при гарантированном отсутствии взрывоопасной смеси в зоне монтажа во время проведения работ.***

## 5. Требования по монтажу

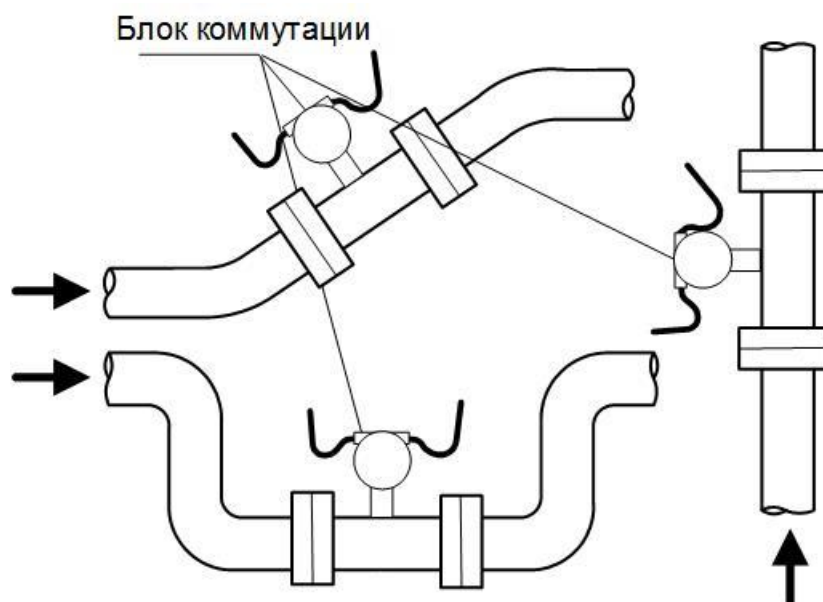
### 5.1. Требования по установке ППР

#### 5.1.1. Общие требования

5.1.1.1. В месте установки ППР должны выполняться следующие условия:

- давление сжиженного газа и режимы эксплуатации трубопровода должны исключать газообразование и/или скопление газа;
- внутренний объем ППР в процессе работы должен быть весь заполнен сжиженным газом;
- отсутствуют либо минимальны пульсации и завихрения сжиженного газа.

ППР допускается монтировать в горизонтальный, вертикальный или наклонный трубопровод (рис.1). При этом ППР не должен располагаться в самой верхней точке участка трубопровода. Наиболее подходящее место для монтажа при наличии – восходящий либо нижний участок трубопровода.



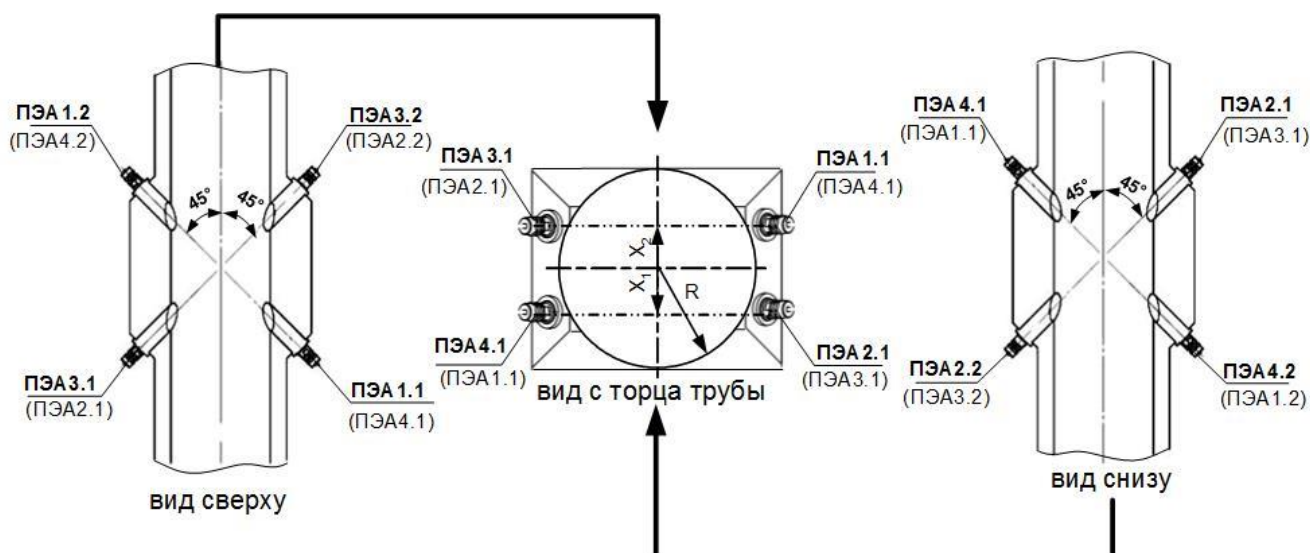
**Рис.1. Рекомендуемые места установки ППР.**

5.1.1.2. Разность номинальных диаметров (DN) трубопровода и ППР расходомера в местах стыковки не должна превышать  $0,05 \cdot DN$ .

5.1.1.3. При любых схемах установки для исключения влияния возможных отложений и скоплений газа не рекомендуется устанавливать ППР таким образом, чтобы ПЭА оказались в самой верхней или нижней точке окружности поперечного сечения трубопровода.

#### 5.1.2. Размещение пар ПЭА

В расходомере используется четырехлучевая схема зондирования, при этом пары врезных ПЭА устанавливаются на ППР по четырем среднерадиусным хордам (см. рис.2), т.е. по четыре датчика в двух разных сечениях трубопровода. Порядок расположения лучей может быть обратным.



$$X_1, X_2 = (0,48-0,52) \cdot R$$

пара ПЭА1.1-ПЭА1.2 – 1-й луч; пара ПЭА2.1-ПЭА2.2 – 2-й луч;  
пара ПЭА3.1-ПЭА3.2 – 3-й луч; пара ПЭА4.1-ПЭА4.2 – 4-й луч.

**Рис.2. Положение пар врезных ПЭА при установке по среднерадиусным хордам (четырёхлучевое зондирование).**

## 5.2. Требования к длинам прямолинейных участков трубопровода

5.2.1. Для нормальной работы расходомера до первого и после последнего по потоку ПЭА должны быть прямолинейные участки трубопровода соответствующей длины с DN, равным DN ППР. Минимальные значения относительной длины прямолинейных участков для различных схем установки ПЭА и видов гидравлического сопротивления при типовом монтаже приведены в таблице А.1 приложения А настоящей ИМ.

Длина прямолинейного участка  $L$ , мм, определяется по формуле:

$$L = N \cdot DN,$$

где  $N$  – относительная длина, выраженная количеством DN и указанная в таблице А.1 приложения А настоящей ИМ;

$DN$  – номинальный диаметр ППР или трубопровода в месте установки ПЭА.

**ВНИМАНИЕ!** При измерении расхода реверсивного потока все ПЭА являются первыми по потоку, и длины прямолинейных участков должны определяться, исходя из этого положения.

Если при предполагаемом размещении ПЭА не обеспечиваются длины прямолинейных участков, указанные в приложении А настоящей ИМ, может быть проведено обследование объекта для определения возможности разработки индивидуальной методики выполнения измерений с учетом условий измерения на данном объекте.

5.2.2. Сужающее устройство вида «диафрагма» или «сопло Вентури», а также любая задвижка относятся к виду гидравлического сопротивления, обозначенного в таблице А.1 приложения А как регулирующая задвижка.

5.2.3. При установке в трубопровод перед ППР струевыпрямителя (см. приложение Б настоящей ИМ) возможно сокращение длины прямолинейного участка на входе ППР в два раза.

### **5.3. Выбор места размещения ВП и БИ**

5.3.1. Выбор места размещения ВП определяется следующими условиями:

- длиной кабелей ВП-ПЭА;
- категорически не допускается наличие капающей на ВП жидкости;
- не допускается работа с ВП при температуре окружающего воздуха, выходящей за допустимые пределы;
- не допускается размещать ВП вблизи источников тепла, например, горячих трубопроводов.

5.3.2. В месте размещения ВП должны обеспечиваться:

- возможность подключения ВП к магистрали защитного заземления;
- наличие свободного доступа к ВП.

БИ монтируются в непосредственной близости от ВП расходомера с учетом следующего требования: подключение клеммы заземления БИ к шине защитного заземления должно быть обеспечено кратчайшим путем.

## 6. Монтаж расходомера

### 6.1. Монтаж ППР

- 6.1.1. Для монтажа ППР в трубопровод может поставляться присоединительная арматура: ответные фланцы и имитатор ППР.
- 6.1.2. Перед началом работ на трубопроводе в месте установки ППР участки труб, которые могут отклониться от соосного положения после разрезания трубопровода, следует закрепить.
- 6.1.3. Для обеспечения соосности двух сварных узлов конструкции, плоскопараллельности фланцев, прилегающих к ППР, а также во избежание повреждения ПЭА, термопреобразователя сопротивления (ТПС) и блока коммутации (БК) расходомера в процессе сварки полученной конструкции с трубопроводом, вместо ППР обязательно должен использоваться его имитатор. До проведения сварочных работ ответные фланцы и имитатор ППР с помощью гаек и шпилек собираются в единую конструкцию. При сборке конструкции между имитатором и ответными фланцами необходимо установить уплотнительные прокладки, поставляемые с комплектом монтажных частей, использовать все болты и гайки для сборки узла, а затяжку гаек выполнить в соответствии с п.6.1.8 настоящей ИМ.
- 6.1.4. В выбранном месте освобожденного от сжиженного газа трубопровода вырезается участок необходимой длины и вместо него ввариваются фланцы с установленным имитатором.
- 6.1.5. При сварке фланцев с трубопроводом следует обеспечить защиту внутренних полостей фланцев и трубопровода от попадания сварного графа и окалины.

После сварки для снятия механических напряжений выполнить термообработку сварных швов в соответствии с РД 153-34.1-003-01 «Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования (РТМ-1с)».

Фланцы и имитатор после сварки не должны испытывать нагрузок от трубопровода (изгиба, сжатия, растяжения, кручения из-за перекоса, несоосности или неравномерности затяжки крепежа). Во избежание этого, после монтажа необходимо сохранить опоры на подводящем и отводящем трубопроводах, а крепления к опорам затянуть.

- 6.1.6. После окончания работ включить трубопровод с ослабленными креплениями к опорам в работу, чтобы проверить герметичность сварных швов и стыков в соответствии с нормами для данного типа трубопровода. Некачественные швы переварить, при необходимости заменить прокладки.

Перед заменой имитатора на ППР промыть систему. Извлечь имитатор и установить на его место ППР расходомера таким образом, чтобы стрелка на ППР совпадала с направлением потока сжиженного газа.

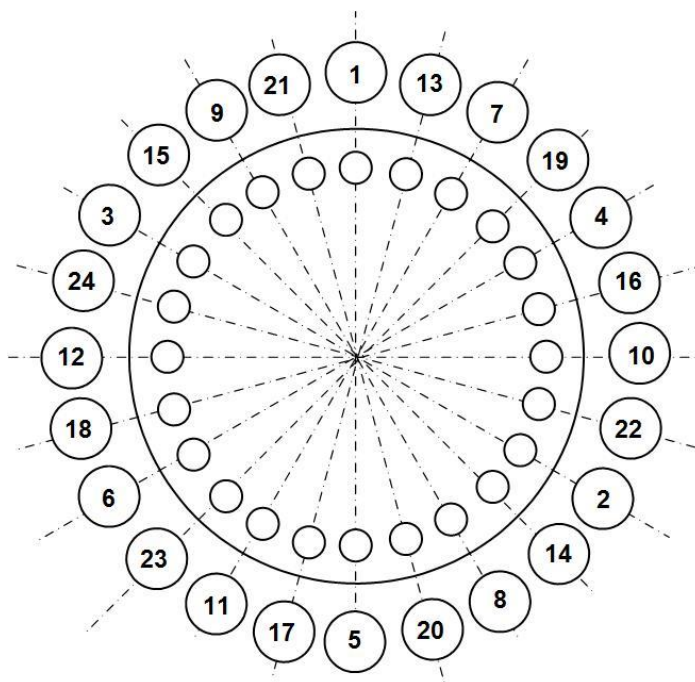
- 6.1.7. При установке ППР необходимо уложить в ответные фланцы новые прокладки, входящие в комплект поставки расходомера.

Установка ППР в трубопровод должна производиться после проведения всех сварочных, строительных и прочих работ.

***ВНИМАНИЕ! При монтаже категорически запрещается бросать ППР и наносить по нему удары. Это может привести к выходу из строя установленных на нем ПЭА.***

6.1.8. Затяжка гаек на болтах при установке ППР или имитатора в трубопровод должна производиться в последовательности, приведенной в таблице 1, динамометрическим ключом с крутящим моментом не более, указанного в таблице 2. Для удобства нумерация гаек должна выполняться по часовой стрелке вокруг фланца, начиная с гайки, устанавливаемой на «24 ч» (см. рис.3). В случае превышения усилия затяжки возможно повреждение ППР.

Во избежание образования перекосов и несоосности рекомендуется затяжку гаек производить за несколько проходов, постепенно увеличивая усилие затяжки до указанного в таблице 2 и контролируя при этом соосность прилегающих фланцев.



**Рис.3. Пример порядка затяжки гаек на фланцах (фланец на 24 отверстия).**

**Таблица 1. Последовательность затяжки гаек на фланцах**

Вариант фланца	Последовательность затяжки
Фланец на 8 отверстий	1,5,3,7,2,6,4,8
Фланец на 12 отверстий	1,7,4,10,2,8,5,11,3,9,6,12
Фланец на 16 отверстий	1,9,5,13,3,11,7,15,2,10,6,14,4,12,8,16
Фланец на 20 отверстий	1,11,6,16,3,13,8,18,5,15,10,20,2,12,7,17,4,14,9,19
Фланец на 24 отверстия	1,13,7,19,4,16,10,22,2,14,8,20,5,17,11,23,6,18,12,24,3,15,9,21
Фланец на 28 отверстий	1,15,8,22,4,18,11,25,6,20,13,27,2,16,9,23,5,19,12,26,3,17,10,24,7,21,14,28

**Таблица 2. Усилие затяжки гаек**

Параметр	Значение															
	DN	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Мк, Н·м	60	70	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	

Запрещается поворачивать ППР расходомера, установленный в трубопровод, вокруг оси трубопровода.

**ВНИМАНИЕ! При невыполнении требований, изложенных в пп.6.1.1-6.1.8, изготовитель не несет гарантийных обязательств.**

## 6.2. Монтаж ВП и БИ

Крепление ВП и БИ расходомера выполняется на DIN-рейку с учетом габаритных размеров, указанных в приложении А ШКСД.407251.035 РЭ.

## 6.3. Электромонтаж расходомера

**ВНИМАНИЕ! Проведение электромонтажных работ во взрывоопасных зонах возможно только при гарантированном отсутствии взрывоопасной смеси во время проведения работ.**

6.3.1. При подключении ППР к ВП необходимо соблюдать соответствие данному каналу измерения его составных частей: ПЭА, ТПС, БК и кабелей связи.

Заводские номера ППР, ПЭА, ТПС, БК с указанием канала измерения содержатся в паспортах на расходомер и на первичный преобразователь расхода.

6.3.2. Кабели связи ПЭА-БК и ТПС-БК подключены к клеммным колодкам БК в заводских условиях. На объекте эксплуатации производится подключение кабелей связи БК-БИ и БИ-ВП.

6.3.3. В расходомерах в качестве кабелей связи БК-БИ применяются два восьмижильных (четыре витых пары) кабеля марки Спецкабель КсСГОнг(D)100 4×2×0,52. Однозначность подключения ПЭА к соответствующему каналу измерения обеспечивается цветной маркировкой жил кабеля.

Монтаж линии связи ТПС от БК до барьера искрозащиты (БИЗ) и от БИЗ к ВП ведется четырехжильным кабелем (две витых пары) в экране, например FLEXICORE LiYCY 4×0,5 мм<sup>2</sup>. Расположение клеммных колодок на модуле блока коммутации приведено в приложении В настоящей ИМ.

6.3.4. Прокладка кабеля питания расходомера и кабелей связи ВП-БИ, БИ-БК, ВП – внешние устройства (при их наличии) должна быть выполнена с учетом условий эксплуатации расходомера.

Рекомендованные марки кабелей связи ВП-БИ: РК75-2-21, РК75-2-22, РК75-2-22Л, КВСФ-75 (фторопласт,  $t_{max} = 200$  °С).

Во взрывоопасной зоне по требованию главы 7.3 ПУЭ запрещается использовать кабели с полиэтиленовой изоляцией или оболочкой.

6.3.5. Кабели связи и кабель электропитания по возможности крепятся к стене. Кабель электропитания прокладывается отдельно не ближе 30 см от остальных кабелей. Для защиты от механических повреждений рекомендуется все кабели размещать в металлической трубе или металлорукаве.

Не допускается прокладывать кабели БК-БИ, БИ-ВП и сигнальные кабели внешних связей вблизи силовых цепей, а при наличии электромагнитных помех высокого уровня (например, при наличии тиристорного регулятора) без укладки их в заземленных стальных металлорукавах или металлических трубах. Металлорукава (трубы) должны быть заземлены только с одной стороны – со стороны ВП.

6.3.6. Не рекомендуется избыточную часть кабелей сворачивать кольцами.

***ВНИМАНИЕ! Не допускается изменять длину кабелей БИ-БК.***

6.3.7. Вскрытие крышек БК производить с помощью ключа для масляных фильтров «UNIOR» № 25 или аналогичного.

Монтаж составных частей расходомера ведется с учетом зон размещения его составных частей.

Перед подключением концы кабелей зачищаются от изоляции на длину 5 мм, облуживаются, причем длина нелуженого участка жилы у торца изоляции должна быть не менее 1 мм, и зажимаются в кабельные наконечники в соответствии с требованиями ГОСТ IEC 60079-14-2013. Кабели пропускаются через гермовводы БК, БИ и подключаются к разъемам в соответствии со схемами, приведенными в приложении Г настоящей ИМ. Аналогичным образом кабель связи ТПС подключается к БИЗ. Затем производится подключение кабелей связи БИ-ВП и БИЗ-ВП.

***ВНИМАНИЕ! Для обеспечения степени защиты БК расходомера IP65/IP67 электромонтаж должен выполняться с соблюдением следующих требований:***

- уплотнительные кольца крышек БК должны быть чистыми и неповрежденными при установке их на корпус;
- после окончания электромонтажа нанести силиконовую смазку на уплотнительные кольца;
- крышки БК и гайки гермовводов надежно затянуть.

Для предотвращения попадания влаги внутрь БК через гермовводы рекомендуется подключать кабели с образованием ниспадающей U-образной петли в вертикальной плоскости (см. рис.1).

6.3.8. В качестве кабеля питания ВП расходомера напряжением 24 В постоянного тока должен использоваться двухжильный кабель круглого сечения с наружным диаметром от 7 до 12 мм и с сечением жил от 1,5 до 2,5 мм<sup>2</sup>. Длина кабеля питания – до 300 м при сечении жил 2,5 мм<sup>2</sup>, и до 160 м при сечении жил 1,5 мм<sup>2</sup>.

6.3.9. При наличии внешних барьеров искрозащиты, их монтаж и подключение осуществляется в соответствии с их эксплуатационной документацией.

6.3.10. Необходимость защитного заземления расходомера определяется в соответствии с требованиями главы 1.7 ПУЭ в зависимости от напряжения питания и условий размещения расходомера. Защитное заземление, а также заземляющее устройство должны удовлетворять требованиям ПУЭ.

Во избежание отказа расходомера не допускается в качестве защитного заземления использовать систему заземления молниезащиты.

В соответствии с ПУЭ заземляющий проводник, соединяющий расходомер с заземляющим устройством и выполняемый медным проводом с механической защитой, должен иметь сечение не менее 2,5 мм<sup>2</sup>, без механической защиты – не менее 4 мм<sup>2</sup>. Заземляющий проводник подключается к клемме заземления ВП расходомера.

Аналогичным способом производится заземление БИ расходомера.

## 7. Пусконаладочные работы

7.1. Перед началом работ необходимо проверить соответствие параметров функционирования (параметров ППР и расходомера, указанным в паспортах) данным, занесенным в память расходомера.

Необходимо также проконтролировать соответствие индицируемого знака расхода («+» или «-») реальному направлению потока в трубопроводе. Если индицируемый знак расхода не совпадает с реальным направлением, необходимо проконтролировать правильность установки ППР с учетом направления потока. Если установка и подключение выполнены правильно, то необходимо войти в меню **Настройки / Обработ. результатов** и проверить значение (знак) для параметра **Знак потока**.

7.2. При замене ВП, ПЭА, БК, БИ, кабелей связи с ПЭА необходимо определить смещение нуля расходомера  $dT_0$  и дополнительную задержку **Рдоп** для каждого луча расходомера.

7.2.1. Определение смещения нуля  $dT_0$ .

Определение значения  $dT_0$  выполняется при полностью остановленном потоке в трубопроводе. Выбирается строка **Настройки / Калибровка / Калибровка нуля / Автомат / Зап. калиб.** и производится запуск процедуры калибровки установкой значения **Старт**. После остановки процесса калибровки (для параметра **Зап. калиб.** устанавливается значение **Стоп**) и возвращения в окно **УСТ. СМЕЩ. X канал** параметру  $dT_0$  автоматически будет присвоено значение, рассчитанное расходомером. Значение  $dT_0$  заносится в протокол монтажных и пусконаладочных работ (см. приложение Д настоящей ИМ).

7.2.2. Определение значения параметра **Доп. задержка (Рдоп)**.

Определение значения **Рдоп** проводится следующим образом. Открывается окно **Настройки / Калибровка / Калибровка Рдоп / Уст. Рдоп X канал** и вводится параметр **Стаб** (табличное значение скорости звука), равный скорости ультразвука в сжиженном газе в текущих условиях. Затем активизируется опция **Автомат** и производится запуск процедуры калибровки (для параметра **Зап. калиб.** устанавливается значение **Старт**). После остановки процесса калибровки (для параметра **Зап. калиб.** устанавливается значение **Стоп**) и возвращения в меню **Уст. Рдоп X канал** параметру **Рдоп** автоматически будет присвоено значение, рассчитанное расходомером.

Вычисленное расходомером значение параметра **Рдоп** заносится в протокол монтажных и пусконаладочных работ (см. приложение Д настоящей ИМ).

7.3. Открывается меню **Настройки / Обработ. результатов** и устанавливаются значения параметров:

- **Медиана** – размер буфера медианного усреднения;
- **Среднее** – размер буфера арифметического усреднения;
- **Тип ср.** – выбор типа усреднения;
- **Порог Kdt** – параметр, определяющий скорость реакции экспоненциального фильтра для  $dt$  на скорость изменения расхода;
- **Kdt** – коэффициент экспоненциального фильтра для  $dt$ ;
- **KP** – коэффициент экспоненциального фильтра;
- **Вр. инер.** – время инерции;

- **Ускор.** – значение максимальной скорости изменения скорости потока;
- **Отс.** – отсечка по минимальному расходу;
- **НУ** – нижняя уставка по расходу;
- **ВУ** – верхняя уставка по расходу;
- **Vmax** – коррекция скорости потока;
- **Знак потока** – знак направления потока газа;
- **Размерность** – размерность объемного расхода (объема) или массового расхода (массы);
- **Считать Qобр.** – пользователь может отключить измерение объемного расхода и накопление объема при «отрицательном» направлении потока;
- **Конф.** – конфигурация расходомера.

ПРИМЕЧАНИЕ. Время инерции не рекомендуется устанавливать менее 10 с.

- 7.4. Подключаются к ВП расходомера необходимые приборы и устройства (адаптер интерфейса, контроллер и т.д.). В меню **Настройки / Настр. периферии** и **Настройки / Системные параметры / Настройки связи** устанавливаются необходимые параметры для согласования работы выходов расходомера со входами подключаемых приборов и устройств.
- 7.5. Проверяется и при необходимости устанавливаются текущие дата и время (**Настройки / Системные параметры / Установка часов**).

При необходимости в окне **Настройки / Системные параметры / Очистка объемов** выполняется процедура обнуления накопленного значения объема.

Расходомер переводится в режим «Работа», т.е. снимается перемычка с контактной пары модификации сервисных параметров. Данная контактная пара опломбировывается. При необходимости пломбируется корпус ВП через проушины на субблоке обработки данных и блоке коммутации.

- 7.6. При правильно установленных параметрах расходомер должен начать отображение измеряемого значения расхода.

Расходомер автоматически устанавливает требуемые параметры обрабатываемого сигнала. Диапазон автоматического регулирования рассчитан на значительные изменения как параметров сжиженного газа (температуры, давления, акустической прозрачности и т.д.), так и условий его течения.

На объекте эксплуатации могут существовать или возникнуть в процессе его эксплуатации факторы, в результате которых диапазона регулирования будет недостаточно для обеспечения требуемых параметров ультразвукового сигнала (при **Узонд – Высокое** и **Кус = 60**, **Рсигн < 3000**). К таким факторам относятся отложения на внутренних стенках трубопровода, повышенное содержание газа или механических примесей (взвесей) в сжиженном газе, повышенный уровень пульсаций потока и т.д. Наличие данных факторов может приводить как к увеличению погрешности измерения расхода, так и к полному прекращению измерений.

- 7.7. Требования к условиям эксплуатации и выбору места монтажа, приведенные в настоящей эксплуатационной документации, учитывают наиболее типичные факторы, влияющие на работу расходомера.

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

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

## 8. Демонтаж

При демонтаже расходомера необходимо:

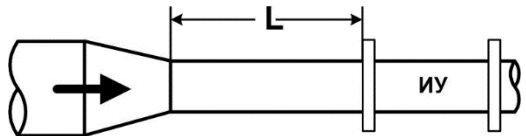
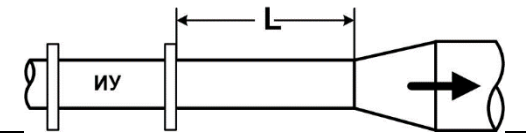
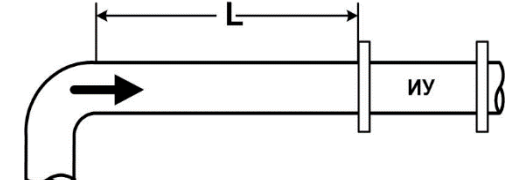
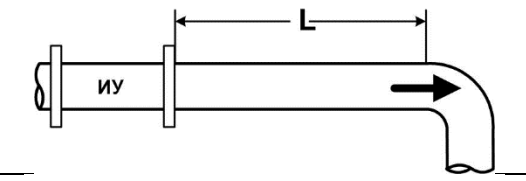
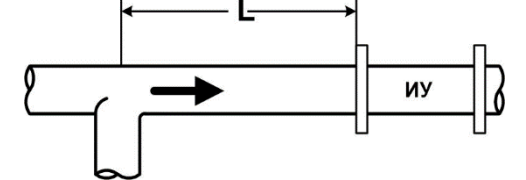
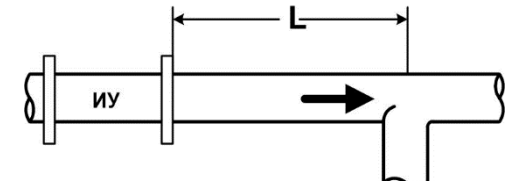
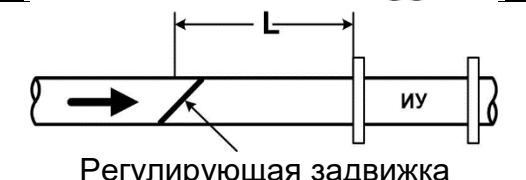
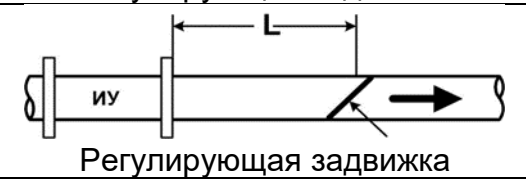
- отключить питание расходомера;
- отвернуть винты на лицевой панели ВП и откинуть субблок обработки данных вбок на поворотных петлях;
- отсоединить подходящие к субблоку кабели связи с ПЭА, кабель питания и кабели интерфейсов;
- снять с петель субблок обработки данных;
- перед демонтажем ППР необходимо перекрыть подачу сжиженного газа в месте установки ППР и убедиться в полном отсутствии давления в трубопроводе;
- после того, как температура поверхности ППР примет значение температуры окружающего воздуха, демонтировать ППР и установить на его место имитатор;
- упаковать составные части расходомера для последующей транспортировки.

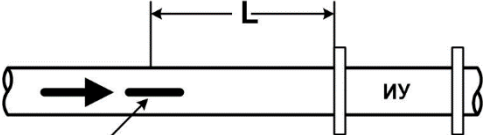
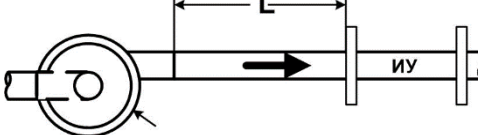
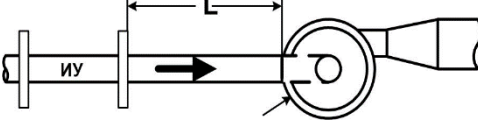

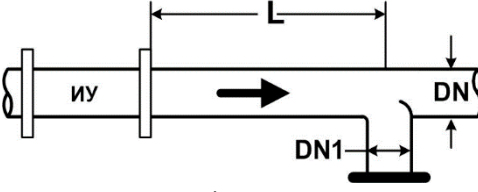
При отправке в поверку или в ремонт расходомера измерительные участки и поверхности гильз, в которые устанавливаются врезные ПЭА, должны быть очищены от отложений, осадков, накипи и т.п.

## Приложение А. Относительные длины прямолинейных участков

В таблице А.1 приведены минимальные значения относительной длины прямолинейных участков трубопровода при типовом монтаже для различных видов местных гидравлических сопротивлений.

**Таблица А.1. Минимальные значения относительной длины прямолинейных участков**

Вид местного гидравлического сопротивления	Относительная длина прямолинейного участка, L, не менее
1	2
	10
	1
	10
	1
	10
	1
	15
	2

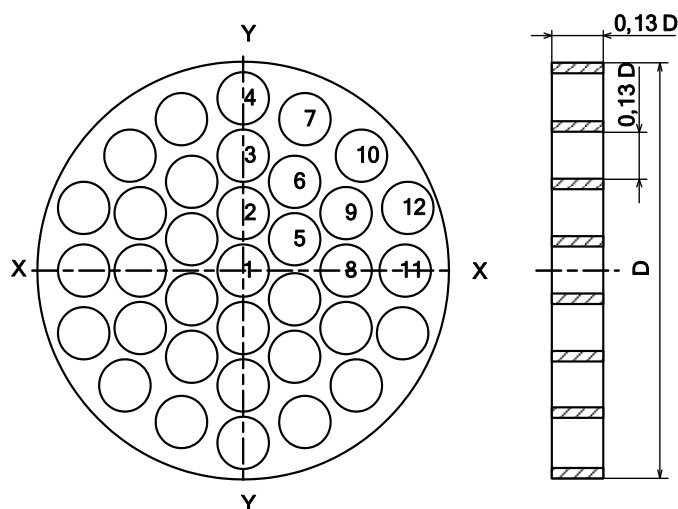
1	2
 <p data-bbox="271 369 742 436">Полностью открытый шаровой кран*</p>	10
 <p data-bbox="454 593 550 627">Насос</p>	30
 <p data-bbox="454 772 550 806">Насос</p>	3
 <p data-bbox="391 985 614 1019"><math>DN1 / DN &gt; 0,1</math></p>	10
 <p data-bbox="391 1220 614 1254"><math>DN1 / DN &gt; 0,1</math></p>	1
<p data-bbox="271 1254 1484 1321">* Полностью открытый полнопроходной шаровой кран не является гидравлическим сопротивлением.</p>	

При наличии в трубопроводе нескольких гидравлических сопротивлений длина прямолинейного участка трубопровода до ближайшего к измерительному участку (ИУ) сопротивления должна быть не менее указанной в таблице А.1, а расстояние от ИУ до каждого из остальных гидравлических сопротивлений должно быть не менее значения приведенного в таблице для гидравлического сопротивления данного вида.

## Приложение Б. Конструкция струевыпрямителей

На рис. Б.1 представлена схема струевыпрямителя типа А, выполняемого по следующим правилам:

- толщина платы струевыпрямителя равна диаметру отверстий;
- в зависимости от материала плата может состоять из одной или нескольких пластин;
- все диаметры отверстий в плате одинаковы;
- более плотно отверстия распределены в центре платы, более редко по периферии;
- отверстия со стороны входа потока имеют фаски.

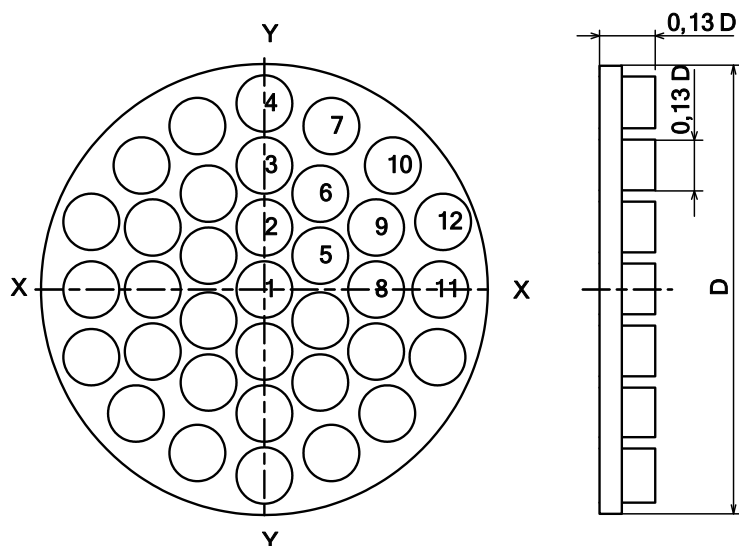


$D$  – внутренний диаметр трубопровода, в который устанавливается струевыпрямитель.

**Рис.Б.1. Схема струевыпрямителя потока типа А.**

Для снижения веса и количества материала может использоваться струевыпрямитель потока типа В (рис. Б.2), выполняемый по следующим правилам:

- в отверстия платы вставлены трубки;
- длина трубок равна диаметру трубок;
- все диаметры отверстий в плате одинаковы;
- более плотно отверстия распределены в центре платы, более редко по периферии;
- отверстия со стороны входа потока имеют фаски.



**Рис.Б.2. Схема струевыпрямителя потока типа В.**

Разметка отверстий в струевыпрямителях показана в таблице Б.1.

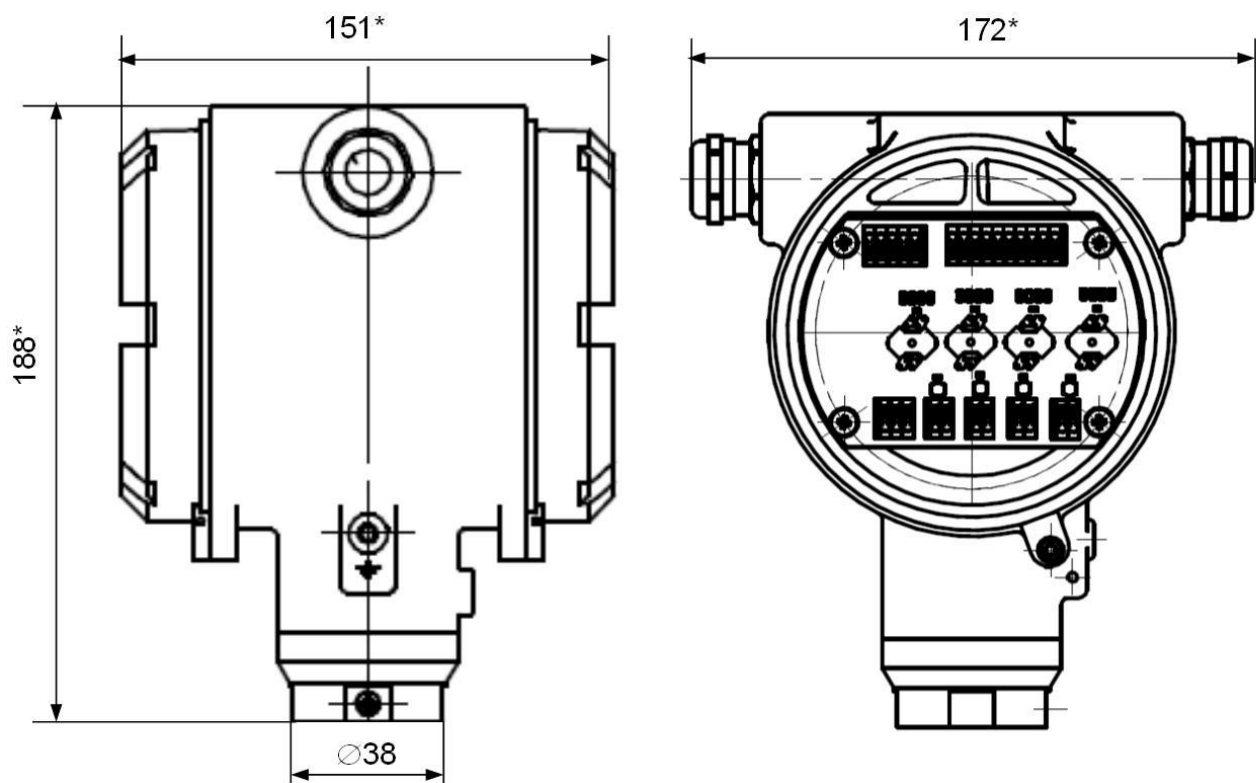
**Таблица Б.1. Разметка отверстий в струевыпрямителях.**

№ отверстия	Ось X	Ось Y
1	0	0
2	0	0,142·D
3	0	0,283·D
4	0	0,423·D
5	0,129·D	0,078·D
6	0,134·D	0,225·D
7	0,156·D	0,381·D
8	0,252·D	0
9	0,255·D	0,146·D
10	0,288·D	0,288·D
11	0,396·D	0
12	0,400·D	0,151·D

Струевыпрямитель устанавливается в трубопровод на расстоянии от 1 до 2 DN трубопровода от последнего по потоку местного сопротивления, при этом требуемая длина прямолинейного участка от гидравлического сопротивления до ПЭА, приведенная в таблице А.1 приложения А, может быть сокращена вдвое.

## Приложение В. Блок коммутации

На рис. В.1 приведен внешний вид блока коммутации расходомера.



\* Размеры для справок.

Рис.В.1. Блок коммутации.

На рис. В.2 приведен внешний вид модуля коммутации с каналом измерения температуры.

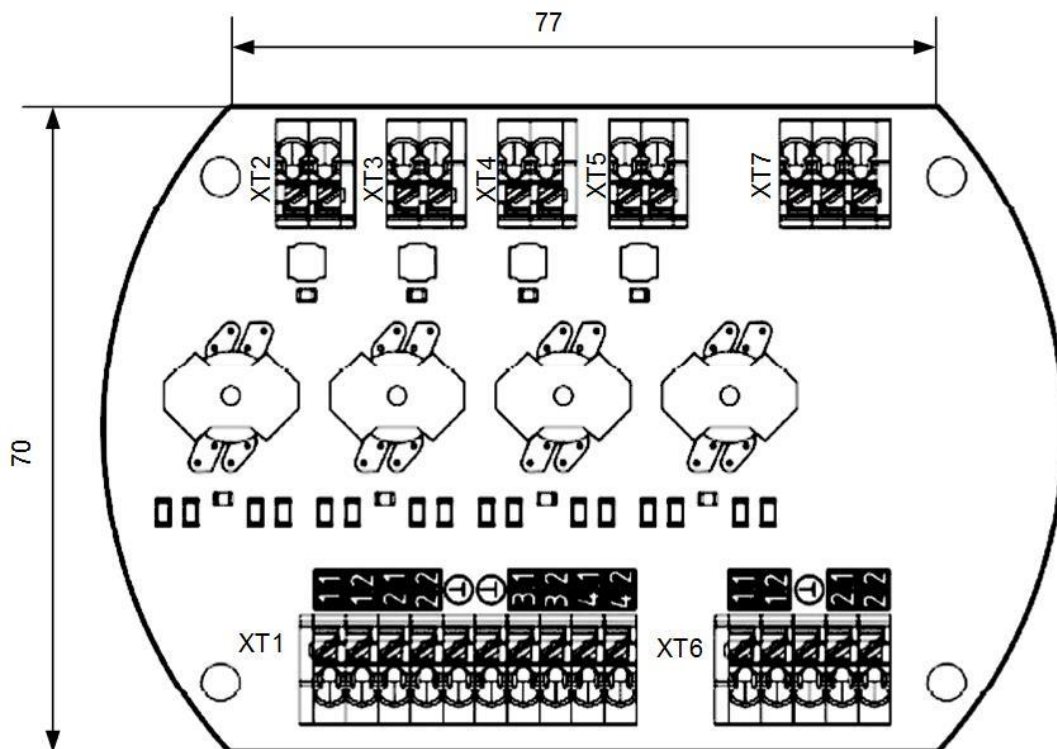


Рис.В.2. Модуль коммутации с каналом измерения температуры.

## Приложение Г. Схемы соединений расходомера

На рис. Г.1 приведена схема соединений расходомера в случае размещения во взрывоопасной зоне только ППР и БК.

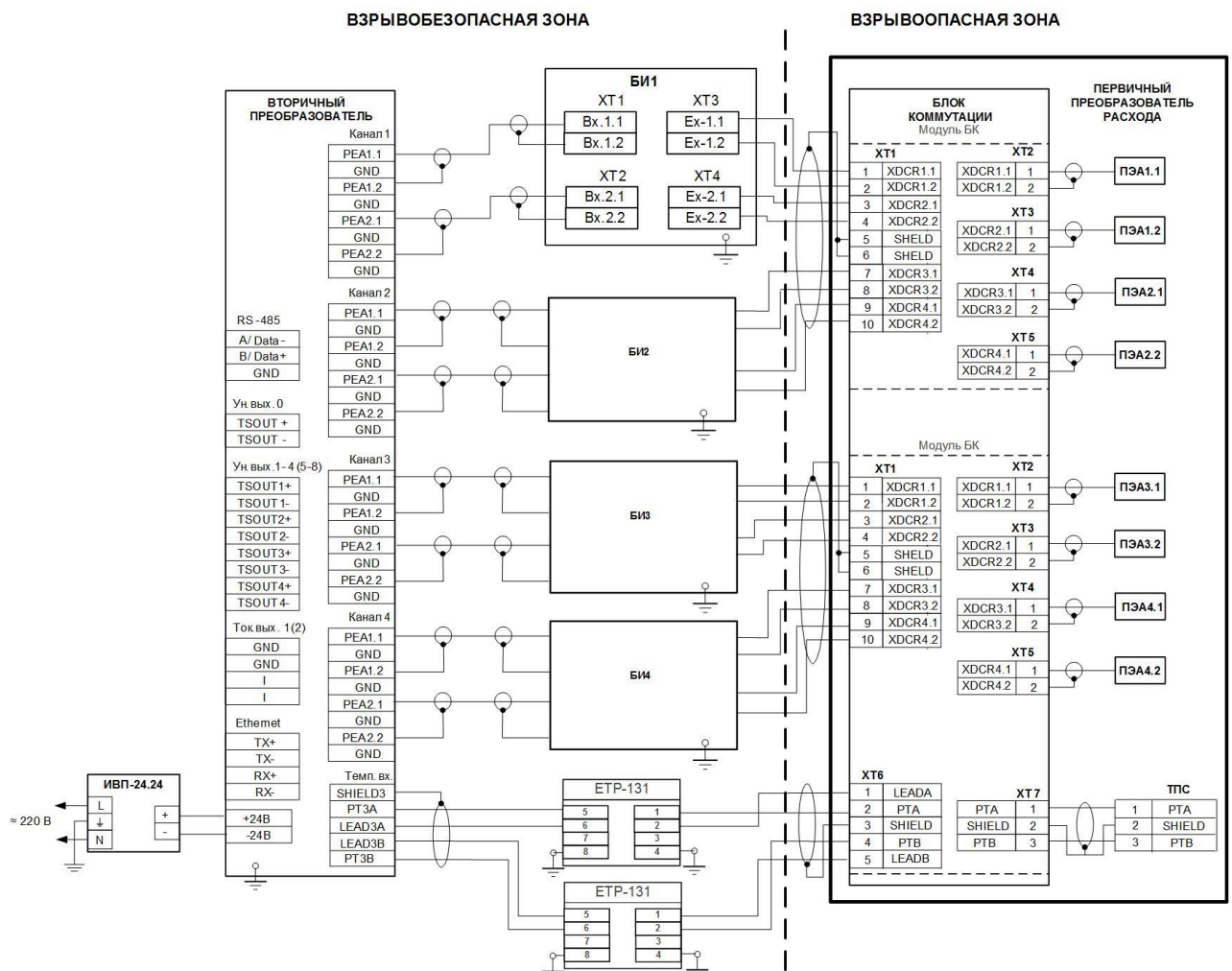


Рис.Г.1. Схема соединений расходомера ВЗЛЕТ РК с разделением зон.

На рис. Г.2 приведена схема соединений расходомера в случае размещения во взрывоопасной зоне всех составных частей расходомера.

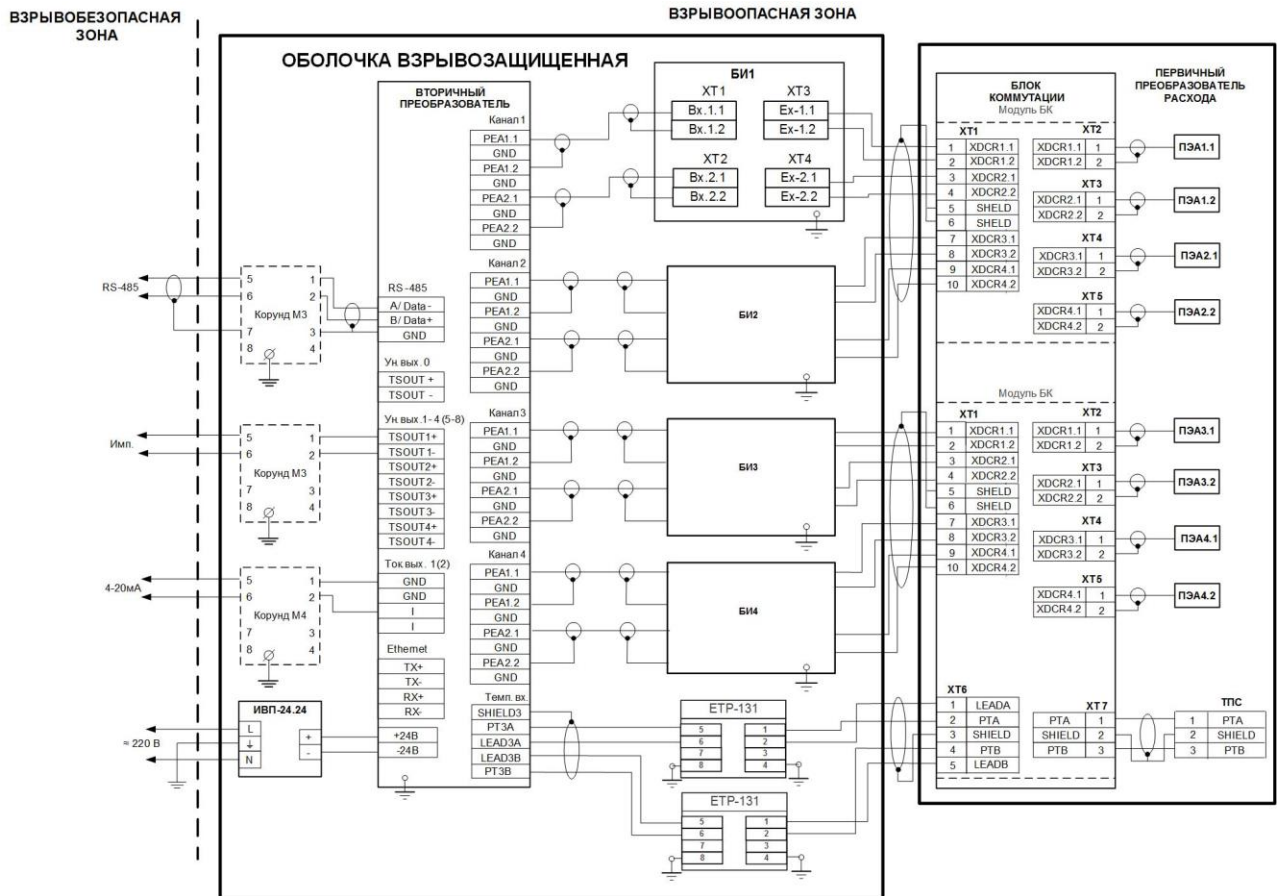


Рис.Г.2. Схема соединений расходомера ВЗЛЕТ РК при нахождении полностью во взрывоопасной зоне.

## Приложение Д. Пример протокола монтажных и пусконаладочных работ

### ПРОТОКОЛ

монтажных и пусконаладочных работ

расходомера-счетчика ВЗЛЕТ РК зав.№ \_\_\_\_\_ (лист \_\_\_\_, листов \_\_\_\_)

Исполнение УРСГ-944 Ех

Луч 1 - ПЭА1.1 № \_\_\_\_\_ / ПЭА1.2 № \_\_\_\_\_ ;

Луч 2 - ПЭА2.1 № \_\_\_\_\_ / ПЭА2.2 № \_\_\_\_\_ ;

Луч 3 - ПЭА3.1 № \_\_\_\_\_ / ПЭА3.2 № \_\_\_\_\_ ;

Луч 4 - ПЭА4.1 № \_\_\_\_\_ / ПЭА4.2 № \_\_\_\_\_ ;

БК № \_\_\_\_\_

ТПС № \_\_\_\_\_

1. Объект \_\_\_\_\_

наименование организации, почтовый адрес, тел/факс

2. Характеристики объекта: DN измерительного участка \_\_\_\_\_ мм;  
схема установки ПЭА \_\_\_\_\_; наличие реверсивного потока \_\_\_\_\_;

Вид местного гидравлического сопротивления и длина прямолинейного участка заносятся в таблицу Д.1.

**Таблица Д.1. Вид гидравлического сопротивления и длина прямолинейного участка**

	Вид гидравлического сопротивления	Длина прямолинейного участка, м
До ПЭА1.1, 2.1, 3.1, 4.1		
После ПЭА1.2, 2.2, 3.2, 4.2		

3. Наружный диаметр ИУ в сечениях установки ПЭА,  $D_{нар\ ср}$  (заполняется таблица Д.2 или таблица Д.3).

**Таблица Д.2. Длина окружности ИУ**

Длина окружности		Сечение 1	Сечение 2
Измеренное значение, $L_{окр\ ij}$ , мм	1		
	2		
	3		
Среднее значение в сечении, $L_{окр\ ср\ j}$ , мм			
Среднее значение, мм		$L_{окр\ ср=}$	; $D_{нар\ ср=}$

**Таблица Д.3. Наружный диаметр ИУ**

Наружный диаметр		Сечение 1				Сечение 2			
		Плоскость измерения				Плоскость измерения			
		1-5	2-6	3-7	4-8	1-5	2-6	3-7	4-8
Измеренное значение, $D_{нар ij}$ , мм	1								
	2								
	3								
Среднее значение в сечении, $D_{нар ср j}$ , мм									
Среднее значение, $D_{нар ср}$ , мм									

4. Коэффициент искажения акустической базы рассчитывается по формуле:

$$K_6 = \frac{D_{ПЭА ср}}{D_{нар ср}} = \dots =$$

$$0,985 \leq K_6 \leq 1,015$$

5. Толщина стенки ИУ,  $h_{ст ср}$  заносится в таблицу Д.4.

**Таблица Д.4. Толщина стенки ИУ**

Наружный диаметр		Сечение 1				Сечение 2			
		Точки измерения				Точки измерения			
		2	4	6	8	2	4	6	8
Измеренное значение, $h_{ст ij}$ , мм	1								
	2								
	3								
Среднее значение в сечении, $h_{ст ср j}$ , мм									
Среднее значение, $h_{ст ср}$ , мм									

6. База расходомера,  $L_6$  (расстояние между излучающими плоскостями пары ПЭА):

$$L_{6 1.1-1.2} = \dots \text{ мм}; L_{6 3.1-3.2} = \dots \text{ мм};$$

$$L_{6 2.1-2.2} = \dots \text{ мм}; L_{6 4.1-4.2} = \dots \text{ мм}.$$

7. Осевая база расходомера,  $L_{об}$  (расстояние между центрами излучающих плоскостей пары ПЭА вдоль оси ИУ):

$$L_{об 1.1-1.2} = \dots \text{ мм}; L_{об 3.1-3.2} = \dots \text{ мм};$$

$$L_{об 2.1-2.2} = \dots \text{ мм}; L_{об 4.1-4.2} = \dots \text{ мм}$$

8. Параметры измеряемого газа.

8.1. Тип газа \_\_\_\_\_

8.2. Температура газа:

- максимальная \_\_\_\_\_ °С

- минимальная \_\_\_\_\_ °С

- средняя  $0,5 (t_{\text{макс}} + t_{\text{мин}}) =$  \_\_\_\_\_ °С

8.3. Коэффициент кинематической вязкости газа,  $\nu =$  \_\_\_\_\_ м<sup>2</sup>/с

9. Длина кабелей связи ВП-ПЭА заносится в таблицу Д.5.

**Таблица Д.5. Длина кабелей связи ВП-ПЭА**

Наименование параметра	Значение параметра в канале с парой ПЭА			
	ПЭА1.1- ПЭА1.2	ПЭА2.1- ПЭА2.2	ПЭА3.1- ПЭА3.2	ПЭА4.1- ПЭА4.2
Длина кабелей связи ВП-ПЭА, м				

10. Параметры канала измерения

10.1. Смещение нуля,  $dT_0 =$  \_\_\_\_\_ мкс

10.2. Дополнительная задержка,  $P_{\text{доп}} =$  \_\_\_\_\_ мкс

Примечание

Представитель организации-производителя пусконаладочных работ

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
подпись / ФИО

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Представитель Заказчика

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
подпись / ФИО

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Гос. поверитель

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
подпись / ФИО

М.П. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.