



УТВЕРЖДЕНО в части раздела  
«Методика поверки»  
Руководитель ГЦИ СИ  
ОАО «НИИ Теплоприбор»  
Г. Звенигородский  
20\_\_ г.



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ООО «Шибболет»  
Черняк Е.Я.  
20\_\_ г.



## Расходомеры газа массовые

СУРГ 1.000 – L – Ф(С)Т и СУРГ 1.000 – Ех – L – Ф(С)

Руководство по эксплуатации.  
ШИБР.407938.001РЭ1

# СОДЕРЖАНИЕ

1	Описание и работа расходомера.....	3
1.1	Назначение.....	3
1.2	Технические характеристики.....	4
1.3	Состав изделия.....	5
1.4	Устройство и работа расходомера.....	6
1.5	Описание и работа составных частей.....	7
1.6	Маркировка.....	7
1.7	Дополнительное оборудование.....	8
1.7.1	Лубрикатор.....	8
1.7.2	Шлюзовая камера («катушка» переходная).....	8
2	Использование по назначению.....	9
2.1	Эксплуатационные ограничения.....	9
2.2	Обеспечение взрывобезопасности .....	9
2.3	Обеспечение взрывобезопасности при монтаже .....	10
2.4	Указание мер безопасности .....	10
2.5	Размещение и монтаж .....	10
2.6	Работа с расходомером.....	18
2.6.1	Включение расходомера.....	18
2.6.2	Интерфейс пользователя.....	18
2.6.3	Токовый выход.....	24
3	Техническое обслуживание.....	25
4	Гарантии изготовителя.....	25
5	Транспортировка и хранение.....	25
6	Методика поверки.....	25
6.1	Операции поверки.....	26
6.2	Средства поверки.....	26
6.3	Условия поверки.....	26
6.4	Требования безопасности .....	26
6.5	Подготовка к поверке.....	27
6.6	Внешний осмотр.....	27
6.7	Проверка токового выхода.....	27
6.8	Определение метрологических характеристик.....	28
7	Оформление результатов поверки.....	29
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	30
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	31
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	32
	ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....	33
	ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....	34
	ПРИЛОЖЕНИЕ 6.....	35
	ПРИЛОЖЕНИЕ 7.....	36

Настоящее Руководство по эксплуатации (РЭ), объединённое с паспортом, предназначено для ознакомления с принципом действия, устройством, техническими характеристиками, правилами эксплуатации и технического обслуживания расходомера газа массового типа СУРГ (далее – расходомера). Во избежание ошибок при установке и эксплуатации рекомендуем изучить данное руководство.

ПРИМЕЧАНИЕ: изготовитель оставляет за собой право на внесение изменений в конструкцию и электрические схемы прибора, не влияющие на эксплуатационные характеристики расходомера, без уведомления компании-пользователя расходомера.

Адрес: Российская Федерация, г. Рязань, проезд Яблочкова, д. 5, корпус 19; почтовый индекс: 390023.

<http://www.shibbolet.ru>

e-mail: [flow@shibbolet.ru](mailto:flow@shibbolet.ru)

## **1 Описание и работа расходомера**

### **1.1 Назначение**

Расходомер предназначен для измерения объемного и массового расходов различных газов (углеводородных, инертных, агрессивных, радиационный газ) и их смесей в трубопроводах и газоходах (круглого или прямоугольного сечения) систем автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами (на объектах нефтехимической, химической, нефтеперерабатывающей и атомной промышленности) и соответствует по методу измерения ГОСТ 8.361 «Расход жидкости и газа. Методика выполнения измерений по скорости в одной точке сечения трубы» (для приборов с одной точкой контроля).

Для газоходов большого сечения и/или сложным распределением профиля скоростей (воздуховоды, дымовые трубы и т.д.) рекомендуется использовать несколько точек контроля (от 2 до 4), расположение сенсоров при этом определяется производителем на основании данных опросного листа.

Расходомер по ОПБ-88/97 относится к 3 классу безопасности.

Соответствует требованиям по сейсмостойкости при сейсмических воздействиях интенсивностью 9 баллов (по шкале MSK-64) высотная отметка свыше 70.0 м ГОСТ 17516.1, ГОСТ 30546.1, ГОСТ 30546.2 и группе механического исполнения М39 согласно ГОСТ 17516.1.

По устойчивости к помехам расходомер по ГОСТ Р 50746 относится к IV группе исполнения, критерий качества функционирования А.

Расходомер обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- измерение температуры, «массовой» скорости, а также вычисление массового и объемного (приведенного к нормальным условиям по ГОСТ 2939 «Газы. Условия определения объема») расходов газового потока;
- архивирование массового и объемного (приведённого к нормальным условиям) расхода;
- отображение результатов измерений (вычислений) и данных архивов на дисплее жидкокристаллического индикатора;
- вывод результатов измерений (вычислений) по интерфейсу RS-485 (RS-232), протокол Modbus RTU;

- формирование унифицированного токового сигнала 4-20 мА, пропорционального скорости потока газа (расхода массового или объемного), на нагрузке не более 500 Ом.

## 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Диапазон измерений расхода по воздуху для минимального диаметра трубопровода и нормальных условий приведён в таблице 1.

Таблица 1

Dy, мм	M, кг/ч		Q, нм³/ч	
	минимум	максимум	минимум	Максимум
80	2.33	700	1.81	542.9

Пересчёт расхода на другой диаметр производится по следующей формуле:

$$Q_{Dy} = Q_{80} \cdot \left( \frac{Dy}{D_{80}} \right)^2 \quad 1.2.1$$

где  $Q_{Dy}$  и  $Q_{80}$  расходы на трубопроводах с диаметрами  $Dy$  и  $D_{80}$  соответственно.

~~Максимальный диаметр трубопровода 2000 мм.~~

Максимальный диаметр трубопровода 8000 мм. (изм. 2 по изв. ШИБР 001-2021)

~~Для газопроводов прямоугольного сечения сторона прямоугольника должна быть в пределах 100...2500 мм.~~

быть в пределах 100...4000 мм. (изм. 2 по изв. ШИБР 001-2021)

1.2.2 Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного и массового расхода потока газа не более:

поддиапазон 1 (0.1...3.0 м/с) ..... ±5%

поддиапазон 2 (3.0...30.0 м/с) ..... ±3%

**Примечание:** возможно отклонение метрологических параметров при изменении химического состава газов в трубопроводах, а также при присутствии капельной фазы воды или другой жидкости.

1.2.3 Давление газа в магистрали:

- для расходомеров с приварным фланцем, не более..... 1.6 МПа

- для расходомеров с сальниковым уплотнением, не более..... 0.5 МПа

1.2.4 Температура измеряемой среды ..... -30...+150 °С

1.2.5 Напряжение и частота питающей сети переменного тока .....

..... 220В<sup>+10</sup> · 15%, 50Гц

1.2.6 Потребляемая мощность от сети, не более..... 20 В·А

1.2.7 Время установления рабочего режима, не более.....10 минут

1.2.8 Индикация .....встроенный ЖКИ

1.2.9 Вывод информации на интерфейс.....

.....RS-485 (опционально RS-232), протокол Modbus RTU

1.2.10 Унифицированный токовый сигнал на нагрузке не более 500 Ом.....4-20 мА

1.2.11 Параметры линии связи контрольно-вычислительного устройства КВУ с модулем измерительным МИ: общее сопротивление двухпроводной линии не более:

- для односенсорного МИ (<1000 м) ..... 24 Ом;
- для многосенсорного МИ и приборов с «искробезопасной цепью» (<500 м) .....12 Ом.

1.2.12 Параметры окружающего воздуха при эксплуатации:

1.2.12.1 Температура:

- для МИ ..... -50...+50°C
- для КВУ ..... +1...+50°C

1.2.12.2 относительная влажность..... до 98% при 35°C и более низких температурах без конденсации влаги

1.2.13 Межповерочный интервал ..... 3 года

1.2.14 Степень защиты оболочек от воздействия пыли и воды:

- МИ ..... IP65
- КВУ ..... IP54

1.2.15 Средний срок службы .....12 лет.

### 1.3 Состав изделия

В состав расходомера входят: МИ, размещаемый непосредственно на трубопроводе (газоходе); КВУ, размещаемое в операторной.

МИ (рис. 1) состоит из несущей трубы 1, на которой закреплён алюминиевый корпус 2. В нижнюю часть несущей трубы вставляется модуль сенсорный (МС) 3 (для односенсорного МИ) с размещёнными в нём терморезисторами и нагревателем. Количество сенсорных модулей, устанавливаемых на трубе 1, определяется модификацией прибора. Алюминиевый корпус имеет два герметично разделённых отсека, каждый из которых закрыт крышками 6, 7 с уплотнительными кольцами. В одном отсеке расположена плата устройства связи с объектом УСО, во втором – клеммная колодка для подключения кабеля «Линия», соединяющего МИ с КВУ. МС герметизируется с помощью уплотняющего кольца 4 и затягивается гайкой 5 (для односенсорного МИ).

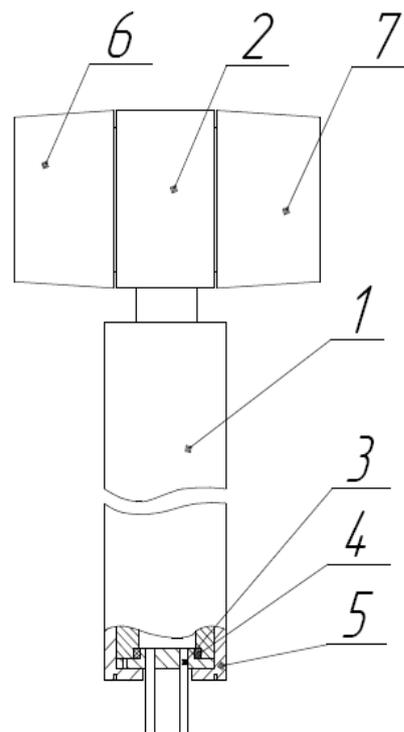


Рис. 1 Модуль измерительный

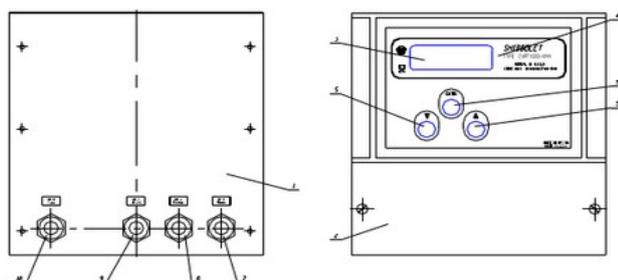


Рис. 2 Внешний вид КВУ

КВУ размещено в пластмассовом корпусе, общий вид которого показан на рисунке 2. Корпус КВУ разборный, состоит из основания 1 с клеммным отсеком 2 и лицевой панели 3, с расположенными на ней жидкокристаллическим индикатором (ЖКИ) 4 и органами управления 5. На задней стенке основания находятся шесть отверстий для крепления прибора и кабельные вводы для подключения: кабеля «Линия» 7, соединяющего КВУ и МИ, «Токовый выход» 8, цифрового интерфейса 9, «Сеть» 10. Если прибор имеет маркировку СУРГ 1.000-Ех-020, то он дополнительно комплектуется искробезопасным барьером.

Возможно расположение кабельных вводов на нижней стенке основания. Разметка крепления КВУ к панели приборного щита указана в Приложение 1.

**Примечание:** при использовании многосенсорного МИ нужно помнить, что демонтаж сенсоров невозможен, следовательно, при выходе из строя одного сенсора замене подлежит МИ целиком, за исключением платы УСО, если после диагностики подтверждена её работоспособность.

#### 1.4 Устройство и работа расходомера

Расходомер принадлежит к классу тепловых, термоанемометрического принципа действия. В основе его работы лежит зависимость от массовой скорости потока (массового расхода) теплоотвода от нагретой поверхности.

В поток газа помещается МС, состоящий из двух герметичных трубок, в одной из которых находится терморезистор, измеряющий температуру среды в трубопроводе, а в другой – терморезистор и нагреватель. К нагревателю подводится мощность, поддерживаемая постоянной. Температура, до которой прогревается трубка с помощью нагревателя, измеряется с помощью терморезистора. При отсутствии потока разность температур между нагревателем (трубкой с нагревателем) и средой максимальна; теплоотвод происходит за счёт свободной конвекции. При появлении расхода теплоотвод от нагретой поверхности увеличивается, разность температур, соответственно уменьшается. Таким образом, разность температур является мерой, по которой вычисляют расход.

Разность температур определяется следующим образом: в плате УСО, расположенной в МИ, с помощью аналого-цифрового преобразователя происходит преобразование сигналов, получаемых с терморезисторов в цифровой код, который по линии связи передаётся в КВУ. В КВУ происходит преобразование кодов в значение температур, после чего вычисляется их разность. Между разностью температур  $N_v$  и «массовой скоростью»  $V$  существует зависимость, которая имеет нелинейный характер:

$$V = \left( \frac{\frac{P}{N_v} - A}{B} \right)^{\frac{1}{N}}$$

1.4.1

где  $P$  – подводимая к нагревателю мощность (поддерживается постоянной),  $N_v$  – разность температур, получаемая от МИ (с датчика),  $A, B, N$  – коэффициенты, значения которых определяются при калибровке расходомера по воздуху на стенде и записываемых в память контроллера КВУ. При использовании многосенсорного МИ коэффициенты калибровки по каждому сенсору записываются в память контроллера КВУ.

Если предполагается использовать расходомер при измерении расхода газовых смесей, значения коэффициентов  $A$  и  $B$ , полученные при калибровке прибора по воздуху, необходимо пересчитать в зависимости от процентного соотношения компонентов в газовой смеси. После этого в память контроллера КВУ записывают пересчитанные значения коэффициентов  $A$  и  $B$  для данной газовой смеси. Коэффициенты  $A$  и  $B$  содержат в себе информацию о теплофизических параметрах газовой смеси.

## 1.5 Описание и работа составных частей

Расходомер состоит из двух составных частей (МИ и КВУ), используемых только комплектно.

1.5.1 МИ располагается непосредственно на трубопроводе и обеспечивает выполнение следующих функций: получение сигналов, снимаемых с терморезисторов; преобразование полученных сигналов в цифровой код с помощью аналого-цифрового преобразователя; передачу цифрового кода по линии связи в КВУ. Питание МИ осуществляется от КВУ по двухпроводной линии, по этой же линии передаются данные в КВУ.

Возможно два варианта исполнения МИ: с приварным фланцем или с сальниковым уплотнением. В обоих случаях используется фланец Ду50-16-1 по ГОСТ 12821-80, рассчитанный на максимальное давление в трубопроводе 1.6 МПа. В случае приварного фланца давление в трубопроводе не должно превышать 1.6 МПа, а в случае сальникового уплотнения – 0.5 МПа.

1.5.2 КВУ размещается в пластмассовом корпусе и осуществляет следующие функции: 1 питание платы УСО, расположенной в МИ; 2 обработка информации, получаемой от платы УСО; 3 выдачу информации на ЖКИ, в аналоговом виде на токовую петлю (является активной) и в цифровом виде по интерфейсу RS-485 (RS-232) по протоколу Modbus RTU.

## 1.6 Маркировка

Расходомер СУРГ 1.000 выполняется как невзрывозащищённое оборудование. Модуль измерительный устанавливается вне взрывоопасной зоны помещений и наружных установок согласно табл. 7.3. «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ).

Расходомер СУРГ 1.000-Ex-010 выполняются как «взрывобезопасное электрооборудование», с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка», при этом расходомер имеет маркировку взрывозащиты 1ExdIIBT5 и соответствует ГОСТ Р 30852.1-2002 (МЭК 60079-1:1998). Модуль измерительный устанавливается во взрывоопасных зонах классов В-1а, В-1б, В-1г и В-1а помещений и наружных установок согласно табл. 7.3. "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ). Маркировка располагается на лицевой панели КВУ, а также на корпусе МИ.

Расходомер СУРГ 1.000-Ex-020 выполняется как «взрывобезопасное электрооборудование», с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» уровня *ib*. Расходомер имеет маркировку взрывозащиты МИ 1ExibIIST5, соответствует ГОСТ Р 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999). Модуль измерительный устанавливается во взрывоопасных зонах классов В-1а, В-1б, В-1г и В-1а помещений и наружных установок согласно табл. 7.3. «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ). Маркировка располагается на лицевой панели КВУ, а также на корпусе МИ и барьера искрозащиты

Пример условного обозначение расходомера при заказе и запись в документации:



СУРГ 1.000 – Ex-010 – 400 – Ф1 – КМЧ – АЭС – ТУ 4213-001-78590068-2007, что расшифровывается следующим образом: расходомер серии 1.000, с взрывонепроницаемой оболочкой, с длиной встраиваемой части модуля измерительного 400 мм, с приварным фланцем, одним сенсорным модулем, с комплектом монтажных частей, класс безопасности по ОПБ-88/97 ЗН.

## 1.7 Дополнительное оборудование

### 1.7.1 Лубрикатор

Механическое устройство (Приложение 3), предназначенное для проведения монтажных работ с расходомером в условиях эксплуатации на действующих трубопроводах через клиновую задвижку или шаровый кран.

Конструктивно лубрикатор представляет собой сборочную единицу, состоящую из двух опорных стоек (2), соединенных между собой угольником (6) с одной стороны и с другой стороны закрепленных на фланец расходомера через переходные детали (планки: поз.1). На угольнике закреплена резьбовая втулка (7). Основным действующим узлом лубрикатора является ходовой винт (5) с механизмом (3) крепления модуля измерительного (4).

Порядок установки (Приложение 3 рис.2).

На патрубок трубопровода (1) устанавливается клиновидная задвижка (шаровый кран) Ду50 (2) и шлюзовую камеру («катушку» - поз.3).

Произвести сборку МИ (4) и лубрикатора (5).

Ходовым винтом МИ выставить у резьбовой втулки.

Четырьмя шпильками и гайками закрепить данную сборочную единицу на фланец катушки.

Открыть задвижку. Ходовым винтом лубрикатора погрузить МИ в трубопровод.

### **1.7.2 Шлюзовая камера («катушка» переходная)**

Катушка переходная предназначена для защиты МС при монтаже/демонтаже прибора на действующий трубопровод с использованием задвижки (шарового крана). Внешний вид катушки переходной представлен в Приложении 4.

## **2 Использование по назначению**

### **2.1 Эксплуатационные ограничения**

Использование расходомера по назначению допускается только с соблюдением условий эксплуатации, предъявляемых настоящим РЭ.

2.1.1 Не допускается применение прибора, если хотя бы один из указанных параметров выходит за допустимые пределы: не соблюдены п. 1.2.1, 1.2.3-1.2.5, 1.2.11, 1.2.12.

2.1.2 Запрещается эксплуатировать прибор на трубопроводе при снятых крышках МИ.

2.1.3 Не допускается эксплуатация прибора с наличием механических повреждений КВУ и/или МИ.

### **2.2 Обеспечение взрывобезопасности**

2.2.1 Взрывобезопасность расходомера с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка», имеющего маркировку 1ExdIIBT5 достигается за счёт использования взрывонепроницаемой оболочки.

2.2.2 Взрывобезопасность расходомера с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» уровня ib, имеющем маркировку 1ExibIIST5, достигается за счёт использования:

2.2.2.1 В КВУ:

а) гальванического разделения сетевых внешних цепей от искроопасных частей искробезопасных цепей;

б) ограничения максимального выходного напряжения ( $U_0$  – не более 13,5В)

и максимального выходного тока ( $I_0$  – не более 250 мА) до безопасных значений с помощью внешнего искробезопасного барьера (ИББ), электрические параметры и конструктивное исполнение которого соответствует ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999);

в) ограничения значения максимальной внешней емкости  $C_0$  и максимальной внешней индуктивности  $L_0$  внешних линий связи, подключаемых к искробезопасным входным цепям прибора:  $C_0$  не более 0.5 мкФ и  $L_0$  не более 0.31 мГн;

г) ограничения значения емкости  $C_{св}$  и индуктивности  $L_{св}$  внешних линий связи, подключаемых к искробезопасным входным цепям прибора соответственно не более 0.3 мкФ и 0.3 мГн;

2.2.2.2 В МИ ограничением значения максимальной внутренней емкости  $C_i$  и максимальной внутренней индуктивности  $L_i$  соответственно не более 0.2 мкФ и 10 мкГн.

## **2.3 Обеспечение взрывобезопасности при монтаже**

2.3.1 При монтаже расходомера необходимо руководствоваться настоящим РЭ, ПЭЭП, ПТБ и ПУЭ.

2.3.2 Параметры линии связи, соединяющей МИ и КВУ должны соответствовать указанным в п.11 гл. 1.2.

2.3.3 Перед монтажом необходимо проверить наличие маркировки уровня и вида взрывозащиты на корпусе МИ и на передней панели КВУ.

2.3.4 Проверить наличие и значение сопротивления заземления между клеммой заземления КВУ и контуром заземления объекта, а также МИ и контуром заземления объекта (сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом).

2.3.5 Установка МИ на трубопровод разрешается только при наличии инструкции по технике безопасности, утверждённой руководителем предприятия-потребителя и учитывающей специфику применения на данном технологическом объекте.

## **2.4 Указание мер безопасности**

2.4.1 К работе с расходомерами допускаются лица не моложе 18 лет, изучившие настоящее РЭ, инструкцию по охране труда при работе на данном оборудовании, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с оборудованием до 1000 В.

2.4.2 Эксплуатация расходомера должна производиться согласно требованиям главы 7.3 ПУЭ, «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» (ПЭЭП), «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок» (ПТБ).

2.4.3 Эксплуатация расходомера разрешается только при наличии инструкции по технике безопасности, утверждённой руководителем предприятия, эксплуатирующего прибор, и учитывающей специфику применения на данном технологическом объекте.

## **2.5 Размещение и монтаж**

2.5.1 Монтаж расходомера должен производиться с учётом требований «Правил эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», действующих строительных норм и правил Госстроя России, правил Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

2.5.2 Перед монтажом расходомера необходимо убедиться, что номера, маркированные на панели КВУ и шильдике корпуса МИ, совпадают с соответствующими номерами, указанными в РЭ, а также проверить соответствие коэффициентов, установленных в КВУ с записанными в РЭ. Разрешается использование только комплектного расходомера.

2.5.3 Проверить визуально расходомер на отсутствие механических повреждений КВУ и МИ.

2.5.4 Монтаж МИ на трубопроводе круглого сечения производится в соответствии с рисунками 3 и 4 при условии наличия прямолинейного участка до и после МИ, протяжённость которого зависит от вида местных сопротивлений, таблица 2, при этом глубина погружения рассчитывается по формуле:

$$H = S1 + H1 + S + 0.242 \cdot R + 15, \text{ мм} \quad 2.5.4.1$$

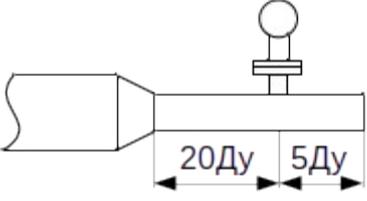
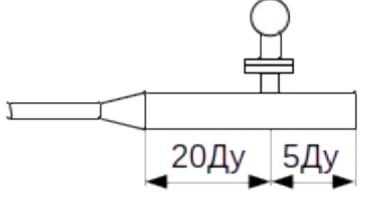
где  $S1$  - толщина прокладки,  $H1$  - высота патрубка,  $S$  - толщина стенки трубопровода,  $R$  - внутренний диаметр радиус трубопровода (изм. 1 по изв. ШИБР 004-2017).

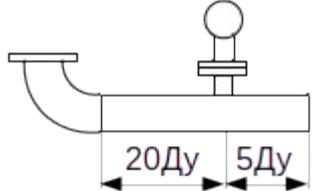
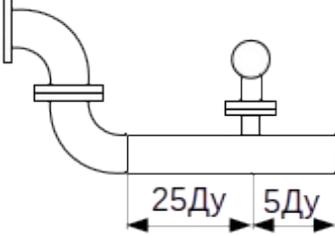
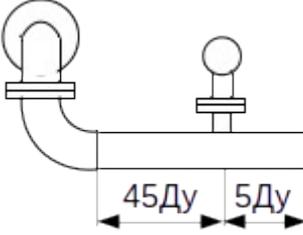
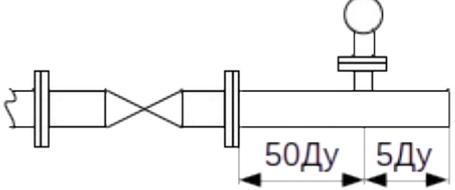
Если при монтаже МИ на трубопровод используются задвижка и катушка, то глубина погружения будет рассчитываться по следующей формуле:

$$H = S1 + H_{\text{кат}} + S1 + H_{\text{зад}} + S1 + H1 + S + 0.242 \cdot R + 15, \text{ мм} \quad 2.5.4.2$$

где  $H_{\text{кат}}$  - высота катушки,  $H_{\text{зад}}$  - высота задвижки.

Таблица 2

Тип местного сопротивления	Рекомендуемая длина прямолинейного участка, выраженная в диаметрах трубопровода, Ду
1. Конфузор	
2. Диффузор	

3. Колено или тройник	
4. Два колена в одной плоскости	
5. Два колена в разных плоскостях	
6. Задвижка	

**Примечание:** при возникновении ситуаций, в которых возникает необходимость установки МИ на трубопроводе с длиной прямолинейного участка, не соответствующего указанному в таблице, проконсультируйтесь с предприятием-изготовителем о возможности такой установки.

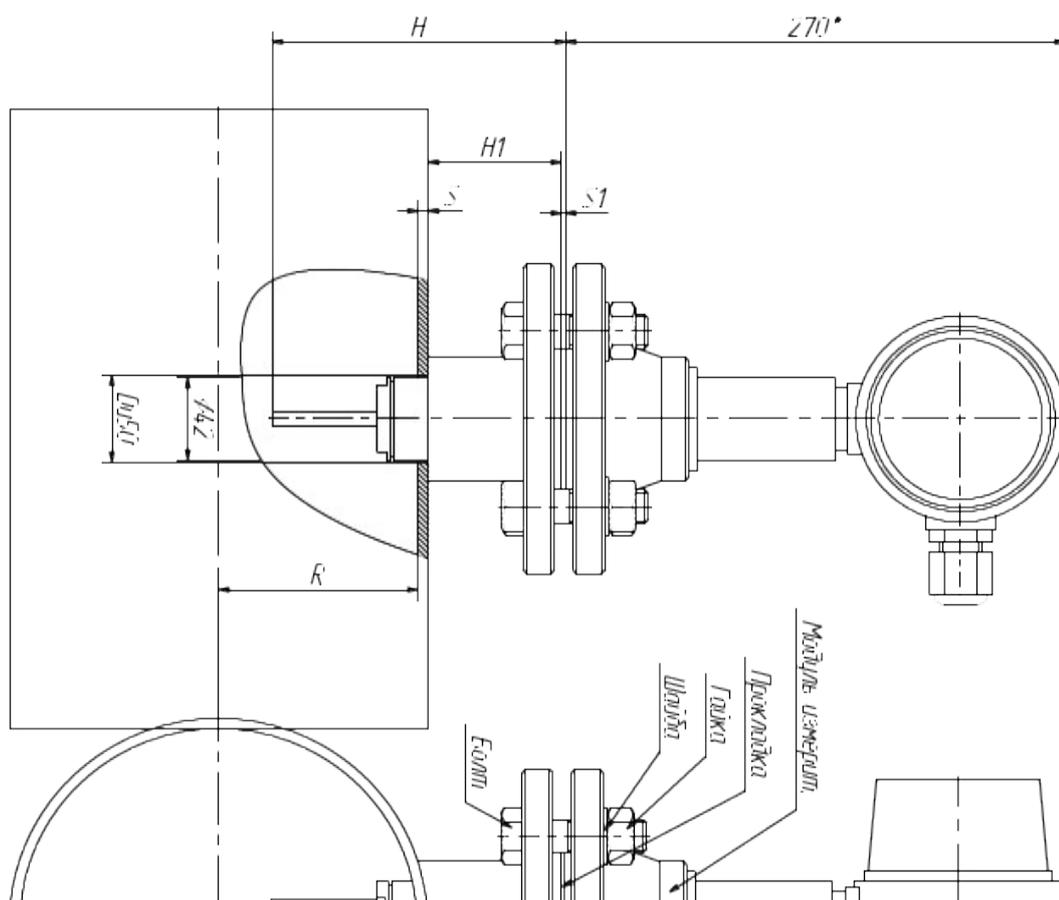


Рис. 3 Схема монтажа МИ с приварным фланцем



$$C = 0.4 \cdot A, \text{ мм,}$$

2.5.4.6

где  $A$  и  $B$  – ширина и высота трубопровода соответственно,  $C$  – расстояние от стенки  $B$  до точки измерения.

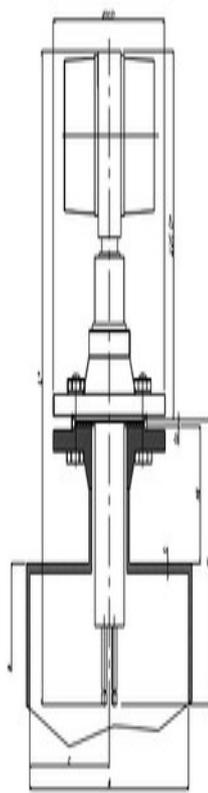


Рис. 5 Схема монтажа МИ с приварным фланцем на прямоугольном газоходе

Установка МИ на трубопроводе осуществляется в соответствии с рис.6, на котором показано, как МИ должен быть ориентирован на трубопроводе: углубление на фланце МИ должно располагаться со стороны набегающего потока, при этом сенсоры, образующие плоскость, должны быть перпендикулярно потоку (для односенсорного прибора).

**Внимание:**

- при монтаже МИ необходимо предусмотреть меры предосторожности во избежание деформации оболочек МС;
- проверить ориентацию МС в соответствии с рисунками главы 2.5 и размера Н, рассчитанного по формулам, приведёнными в данной главе в зависимости от геометрии газохода (круглый или прямоугольный);
- при использовании МИ с сальниковым уплотнением, герметичность проверить мыльным раствором, если есть необходимость, подтянуть уплотнение.

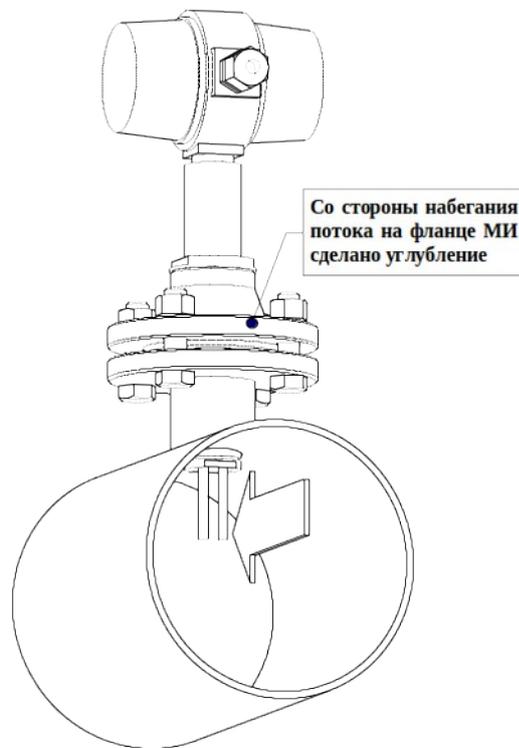


Рис. 6 Отрезок трубопровода с установленным прибором.

Сенсорный модуль многосенсорного МИ имеет конструктивные отличия от сенсорного модуля односерного МИ: различная длина герметичных трубок, в которых располагаются «активный» и «пассивный» терморезисторы (длина трубки активного терморезистора больше длины трубки пассивного терморезистора).

Для примера на рис. 7 приведено расположение сенсоров прибора в прямоугольном газоходе. Численные значения величин  $H$ ,  $H1$ ,  $h1$ ,  $h2$ ,  $h3$ ,  $h4$ ,  $L$  и необходимое количество сенсоров МИ определяются на основании данных опросного листа.

МИ многосенсорного прибора устанавливается таким образом, чтобы сенсоры, образующие плоскость располагались параллельно потоку, при этом «пассивный» сенсор, имеющий меньшую длину трубки, должен находиться выше по потоку, чем «активный», имеющий большую длину трубки.

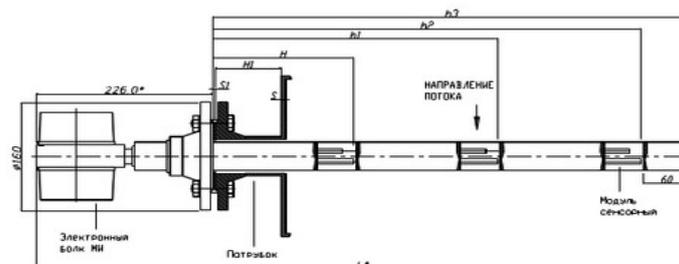


Рис. 7 Схема монтажа многосенсорного МИ с приварным фланцем

2.5.5 Соединение МИ с КВУ производится только экранированным кабелем с параметрами, не хуже, указанных в п. 1.2.11 гл. 1.2. Подключение и отключение МИ к КВУ должно осуществляться только при отключенном напряжении питания (см. Приложение 5).

2.5.6 Подключение нагрузки к токовому выходу осуществляется экранированным кабелем, с учётом того, что полное сопротивление, равное сумме сопротивлений нагрузки и соединительного кабеля, не должно превышать 500 Ом. На кабель «Токовый выход» необходимо установить ферритовую накладку (входит в комплект поставки приборов, устанавливаемых на объектах атомной промышленности) как можно ближе к месту ввода кабеля в КВУ (см. Приложение 5).

2.5.7 Подключение прибора в систему распределённого сбора данных, использующих промышленный интерфейс RS-485, осуществляется экранированной витой парой, заземляемой только со стороны КВУ. На кабель необходимо установить ферритовую накладку (входит в комплект поставки приборов, устанавливаемых на объектах атомной промышленности) как можно ближе к месту ввода кабеля в КВУ (см. Приложение 5). При необходимости согласования линии связи возможно подключение «резистора-терминатора» номиналом 120 Ом. Его подключение осуществляется установкой ключа SW1 в крайнее левое положение.

2.5.8 Монтаж кабеля «Линия», «RS-485» и «Токовый выход» в КВУ производится в следующей последовательности:

- 1 Разделать кабель;
- 2 Ввести разделанный кабель в КВУ через монтажное отверстие (кабельный ввод);
- 3 На экран кабеля закрепить хомут, подключенный к клемме заземления;
- 4 Подключить провода кабеля к клеммной колодке, в соответствии с таблицей подключения 3;
- 5 Закрепить провода кабеля на рейку, прижав их планкой на два винта крепления (пункт выполняется при наличии монтажной рейки);
- 6 Закрепить кабель в монтажном отверстии (кабельном вводе), затянув уплотняющую гайку. Закрепленные провода должны образовать полупетлю.

Таблица 3 Подключение соединительных кабелей

Номер разъёма	Номер контакта	Цепь
ХТ 1	1	- LIN
	2	+ LIN
ХТ 2	1	+ Ток. вых
	2	- Ток. вых
ХТ3	1	GND_RS232
	2	B (RDAT)
	3	A (TDAT)
ХТ4	1	GND
	2	N
	3	L

Монтажная схема для двух вариантов размещения кабельных вводов на корпусе КВУ приведена на рисунке 8. На этом же рисунке представлено расположение кабеля «Линия» в МИ. Монтаж кабеля «Сеть» в КВУ

осуществляется в той же последовательности, с той лишь разницей, что кабель не экранирован, поэтому не требуется заземляющий хомут.

2.5.9 Проверить наличие и соответствие значения сопротивления заземления между винтом заземления КВУ (располагается на плате источника питания) и контуром заземления объекта, а также винтом заземления МИ и контуром заземления объекта (сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом).

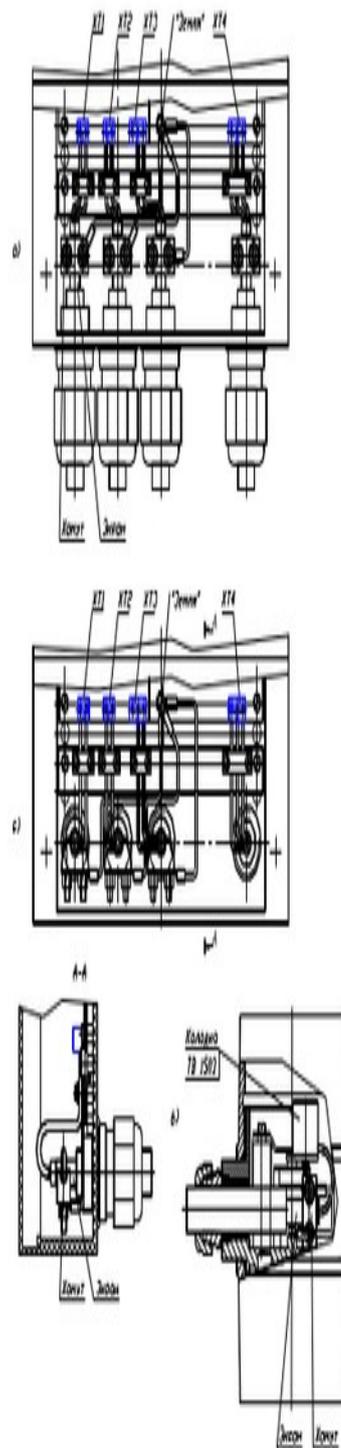


Рис. 8 Монтажная схема соединений.

## **2.6 Работа с расходомером**

### **2.6.1 Включение расходомера**

Перед включением расходомера необходимо убедиться в том, что КВУ и МИ являются комплектным, правильно произведён монтаж кабелей, в отсутствии видимых повреждений КВУ и МИ, а также в соответствии напряжения питания требованиям п. 1.2.5 гл. 1.2.

После включения прибора по истечении 30 секунд, отсчёт которых можно наблюдать на индикаторе КВУ и, при условии правильного подключения, пользователь попадает в режим мониторинга, при этом на ЖКИ появляются данные измерений и вычислений.

После включения прибора необходимо убедиться, что параметры прибора установлены в строгом соответствии с таблицей 6. Несанкционированное изменение внутренних параметров приводит к неправильной работе прибора.

Рекомендуется после установки прибора на место эксплуатации и первого включения обнулить архивы, установить правильное время и произвести соответствующие настройки прибора (токовый выход, параметры сброса и т.д.), что требуется для корректной работы расходомера.

### **2.6.2 Интерфейс пользователя**

На рисунке 9 отображена структура интерфейса пользователя для односенсорного МИ. Отличия в структуре интерфейса пользователя для многосенсорного МИ заключаются в увеличении числа калибровочных коэффициентов в зависимости от числа сенсоров и изменения в режиме Мониторинга, связанные с увеличением точек контроля. При использовании многосенсорного расходомера на индикаторе КВУ отображаются данные о местной скорости, температуре и перегреве по каждому из сенсоров и усреднённое значение.

Переход по пунктам меню уровней 1, 2 и 3 осуществляется кнопками  $\Delta$  или  $\nabla$ , вход в пункт меню – кнопкой Enter. Выход из меню уровня 2 и 3 производится выбором пункта Возврат. При включении прибора управление передаётся в пункт 1 меню уровня 1 Мониторинг (Monitoring). Выход из пункта 1 (Мониторинг) производится нажатием кнопки Enter. Увеличение или уменьшение значений в пунктах меню уровня 2 производится кнопками  $\Delta$  или  $\nabla$  соответственно. Для изменения внутренних параметров необходимо войти в режим настройки и ввести пароль. Изменённое при введённом пароле значение, для его сохранения, необходимо подтвердить. Для просмотра параметров без их изменения в режиме настройка, пароль можно не вводить.

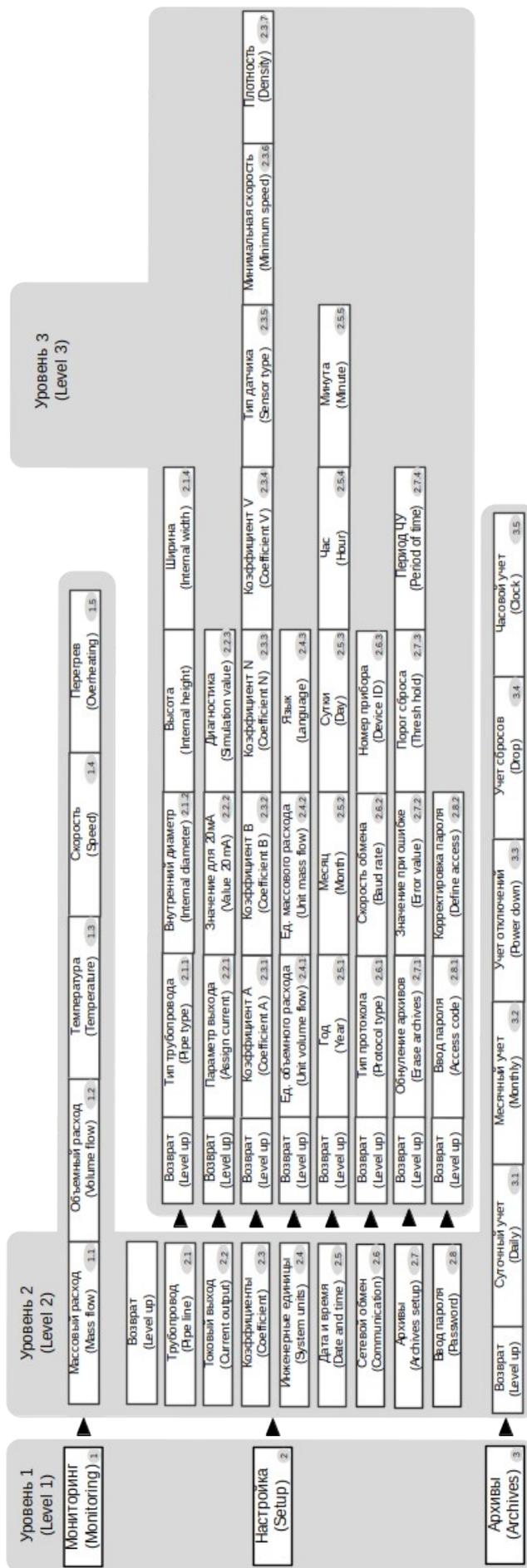


Рис. 9 Структура построения интерфейса пользователя

Ниже приведено описание интерфейса пользователя для прибора с односенсорным МИ:

<b>Группа МОНИТОРИНГ (Monitoring)</b>	
 <b>Замечание!</b> Инженерные единицы для отображаемых переменных нормального объемного и массового расходов могут быть установлены в группе инженерные единицы SYSTEM UNITS.	
<b>Массовый расход</b> (MASS FLOW) <div style="float: right; border: 1px solid gray; border-radius: 50%; padding: 2px 10px;">1.1</div>	Отображение текущего измеряемого массового расхода по каждому из датчиков и итогового значения массового расхода.  <b>Индикация:</b> 10-значные числа с плавающей точкой (напр., 150.00 кг/ч; 3.70 т/ч; и т.д.)
<b>Объемный расход</b> (CORRECTED VOLUME FLOW) <div style="float: right; border: 1px solid gray; border-radius: 50%; padding: 2px 10px;">1.2</div>	Отображение текущего значения нормального объемного расхода по каждому из датчиков и итогового значения нормального объемного расхода. Нормальный объемный расход рассчитывается на основе измеренных значений массового расхода и справочной плотности газа (плотности при базовой температуре и давлении).  <b>Индикация:</b> 10-значные числа с плавающей точкой (например, 104.97 нм <sup>3</sup> /ч или 110.73 нм <sup>3</sup> /мин)
<b>Температура</b> (TEMPERATURE) <div style="float: right; border: 1px solid gray; border-radius: 50%; padding: 2px 10px;">1.3</div>	Отображение текущей измеряемой температуры газа по каждому из датчиков и итогового значения температуры газа.  <b>Индикация:</b> 10-значные числа с плавающей точкой, единицы и знак (например, 23.4 °C)
<b>Скорость</b> (SPEED) <div style="float: right; border: 1px solid gray; border-radius: 50%; padding: 2px 10px;">1.4</div>	Отображение текущей измеряемой скорости газа по каждому из датчиков и итогового значения скорости газа.  <b>Индикация:</b> 10-значные числа с плавающей точкой, единицы и знак (например, 5.9 м/с)
<b>Перегрев</b> (OVERHEATING) <div style="float: right; border: 1px solid gray; border-radius: 50%; padding: 2px 10px;">1.5</div>	Отображение текущей разности температур между активным и пассивным термодатчиками по каждому из датчиков и итогового значения разности температур.  <b>Индикация:</b> 10-значные числа с плавающей точкой, единицы и знак (например, 3.4 °C)
 Совокупность параметров группы мониторинга отображается на экране в один момент времени не в полном объеме, а по 4 значения (общее число параметров составляет по одному значению соответствующему каждому из датчиков и итогового значения текущего параметра), переключать последовательность отображаемых параметров можно нажатием кнопки $\Delta$ или $\nabla$ . Выход из режима осуществляется нажатием кнопки ENTER.	
<b>Группа ТРУБОПРОД (PIPE LINE)</b>	
<b>Тип трубопровода</b> (PIPE TYPE) <div style="float: right; border: 1px solid gray; border-radius: 50%; padding: 2px 10px;">2.1.1</div>	Выбор типа трубы, в которой производится измерение расхода. <b>Выбор:</b> Круглое сечение (CIRCULAR) Прямоугольное сечение (RECTANGULAR)
<b>Внутренний диаметр</b> (INTERNAL DIAMETER) <div style="float: right; border: 1px solid gray; border-radius: 50%; padding: 2px 10px;">2.1.2</div>	Ввод внутреннего диаметра круглого трубопровода.  Данная функция недоступна при выборе опции прямоугольного сечения (RECTANGULAR) в функции типа трубопровода PIPE TYPE. <b>Выбор:</b> 8-значное целое: 10 ... 5 000 мм

<p>Высота (INTERNAL HEIGHT)</p> <p style="text-align: center;">2.1.3</p>	<p>Ввод высоты прямоугольного трубопровода.</p> <p> Данная функция недоступна при выборе опции круглого сечения (CIRCULAR) в функции типа сечения (PIPE TYPE).</p> <p><b>Выбор:</b> 8-значное целое: 10 ... 5 000 мм</p>
<p>Ширина (INTERNAL WIDTH)</p> <p style="text-align: center;">2.1.4</p>	<p>Ввод ширины прямоугольного трубопровода.</p> <p> Данная функция недоступна при выборе опции круглого сечения (CIRCULAR) в функции типа сечения (PIPE TYPE).</p> <p><b>Выбор:</b> 8-значное целое: 10 ... 5 000 мм</p>
<p><b>Группа ТОКОВЫЙ ВЫХОД (current output)</b></p>	
<p>Параметр выхода (ASSIGN CURRENT)</p> <p style="text-align: center;">2.2.1</p>	<p>В данной функции измеряемая переменная присваивается токовому выходу.</p> <p><b>Выбор:</b> Скорость (SPEED) Массовый расход (MASS FLOW) Нормальный объёмный расход (CORRECTED VOLUME FLOW)</p>
<p>Значение для 20мА (VALUE 20 mA)</p> <p style="text-align: center;">2.2.2</p>	<p>Задание значения переменной для выходного тока 20 мА (максимума шкалы)</p> <p><b>Выбор:</b> 10 - значное число с плавающей точкой (для переменных массового расхода (MASS FLOW), нормального объёмного расхода (CORRECTED VOLUME FLOW) и скорости (SPEED))</p> <p><b>Заводские установки (по умолчанию):</b>  Зависит от выбранного значения параметр токового выхода (ASSIGN CURRENT): если массовый расход – 4380 т/ч, если нормальный объёмный расход – 3400 м<sup>3</sup>/ч, если скорость – 30 м/с.</p>
<p>Диагностика (SIMULATION VALUE)</p> <p style="text-align: center;">2.2.3</p>	<p>Задание величины имитируемого выходного тока (например, 12 мА). Это используется для проверки самого прибора или других подключенных устройств.</p> <p> <b>Заводские установки:</b> 4.00 мА</p> <p> <b>Внимание!</b> Выбор параметра данной функции не сохраняется при отключении питания. Вводимое для диагностики число должно быть из диапазона: 4.00 ... 20.00 мА</p>
<p><b>Группа КОЭФФИЦИЕНТЫ (COEFFICIENT)</b></p>	
<p>Коэффициент А (COEFFICIENT A)</p> <p style="text-align: center;">2.3.1</p>	<p>Корректировка калибровочного коэффициента А.</p> <p><b>Выбор:</b> 8-значное число с плавающей точкой: 0.0001 ... 0.9</p> <p> <b>Установки для не откалиброванного прибора:</b> 0.025</p>
<p>Коэффициент В (COEFFICIENT B)</p> <p style="text-align: center;">2.3.2</p>	<p>Корректировка калибровочного коэффициента В.</p> <p><b>Выбор:</b> 8-значное число с плавающей точкой: 0.0001 ... 0.9</p> <p> <b>Установки для не откалиброванного прибора:</b> 0.042</p>
<p>Коэффициент N (COEFFICIENT N)</p> <p style="text-align: center;">2.3.3</p>	<p>Корректировка калибровочного коэффициента N.</p> <p><b>Выбор:</b> 8-значное число с плавающей точкой: 0.0001 ... 0.9</p> <p> <b>Установки для не откалиброванного прибора:</b> 0.35</p>
<p>Коэффициент Kv (COEFFICIENT Kv)</p> <p style="text-align: center;">2.3.4</p>	<p>Корректировка калибровочного коэффициента Kv.</p> <p><b>Выбор:</b> 8-значное число с плавающей точкой: 0.01 ... 10.0</p> <p> <b>Установки для не откалиброванного прибора:</b> 0.56</p>

Тип датчика (SENSOR TYPE)  <div style="text-align: center;">2.3.5</div>	Выбор типа используемого датчика (сопротивления терморезистора). <b>Выбор:</b> 100 Ом 1000 Ом  <b>Заводская установка:</b> 100 Ом
Минимальная скорость (MINIMUM SPEED)  <div style="text-align: center;">2.3.6</div>	Минимально фиксируемое значение скорости <b>Выбор:</b> 8-значное число с плавающей точкой: 0.01 ... 3, м/с  <b>Заводская установка:</b> 0.1, м/с
Плотность (Density)  <div style="text-align: center;">2.3.7</div>	Корректировка плотности $\rho$ . <b>Выбор:</b> 8-значное число с плавающей точкой: 0.1 ... 5, кг/м <sup>3</sup>  <b>Заводская установка:</b> 0.1, кг/м <sup>3</sup>
<b>Группа ИНЖЕНЕРНЫЕ ЕДИНИЦЫ (SYSTEM UNITS)</b>	
Единицы объемного расхода (UNIT CORRECTED VOLUME)  <div style="text-align: center;">2.4.1</div>	Выбор инженерных единиц для отображения нормального объемного расхода. <b>Выбор:</b> Метры кубические в час м <sup>3</sup> /ч (m <sup>3</sup> /h) Метры кубические в минуту м <sup>3</sup> /мин (m <sup>3</sup> /min)  <b>Заводские установки:</b> м <sup>3</sup> /ч (m <sup>3</sup> /h)
Единицы массового расхода (UNIT MASS FLOW)  <div style="text-align: center;">2.4.2</div>	Выбор инженерных единиц для отображения массового расхода. <b>Выбор:</b> Тонн в час т/ч (t/h) Килограмм в час кг/ч (kg/h)  <b>Заводские установки:</b> т/ч (t/h)
Язык (Language)  <div style="text-align: center;">2.4.3</div>	Выбор языка на котором отображаются данные. <b>Выбор:</b> Русский (Russian) Английский (English)  <b>Заводские установки:</b> Русский (Russian)
<b>Группа ДАТА И ВРЕМЯ (DATE TIME)</b>	
Год (YEAR)  <div style="text-align: center;">2.5.1</div>	Корректировка года <b>Выбор:</b> четырехзначное целое от 2001 до 3000  <b>Заводские установки:</b> текущее значение по Московскому времени
Месяц (MONTH)  <div style="text-align: center;">2.5.2</div>	Корректировка месяца <b>Выбор:</b> двухзначное целое от 01 до 12  <b>Заводские установки:</b> текущее значение по Московскому времени
Сутки (DAY)  <div style="text-align: center;">2.5.3</div>	Корректировка суток <b>Выбор:</b> двухзначное целое от 0 до 31  <b>Заводские установки:</b> текущее значение по Московскому времени
Час (HOUR)  <div style="text-align: center;">2.5.4</div>	Корректировка часов <b>Выбор:</b> двухзначное целое от 0 до 23  <b>Заводские установки:</b> текущее значение по Московскому времени

Минута ( MINUTE)  2.5.5	<p>Корректировка минут <b>Выбор:</b> двухзначное целое от 0 до 59</p> <p> <b>Заводские установки:</b> текущее значение по Московскому времени</p>
<b>Группа СЕТЕВОЙ ОБМЕН (COMMUNICATION)</b>	
Тип протокола (PROTOCOL TYPE)  2.6.1	<p>Выбор типа протокола обмена данными по сети на основе RS232/485 <b>Выбор:</b> Modbus RTU стандартизированный протокол GnomNet</p> <p> <b>Заводские установки:</b> Modbus RTU</p>
Скорость обмена (Baud rate)  2.6.2	<p>Скорость обмена по интерфейсу RS232/485 вне зависимости от протокола обмена (PROTOCOL TYPE) <b>Выбор:</b> 2400 4800 9600</p> <p> <b>Заводские установки:</b> 9600</p>
Номер прибора (DEVICE ID)  2.6.3	<p>Установка ID (идентификационного кода в сети) в десятичной форме. <b>Выбор:</b> 1..255</p> <p> <b>Заводские установки:</b> 3</p>
<b>Группа НАСТРОЙКА АРХИВА (DATA SET MASSIVE SETUP)</b>	
Обнуление архивов (Erase archives)  2.7.1	<p>Принудительная очистка содержимого архивов часового, суточного, месячного, архива энергоотключений и архива сбросов. <b>Выбор:</b> Обнулить (ERASE) Не обнулять (HOLD)</p> <p> <b>Заводские установки:</b> не обнулять (HOLD). Рекомендуется после установки при первом включении сделать обнуление.</p>
Значение при ошибке ( ERROR VALUE)  2.7.2	<p>Выбор значения массового и нормального объемного расхода, который при возникновении сбоя (ошибки) будет записываться в архив. <b>Выбор:</b> Нулевое значение 0 (ZERO) Последнее значение до ошибки (HOLD VALUE)</p> <p> <b>Заводские установки:</b> Нулевое значение 0 (ZERO)</p>
Порог сброса (THRESH HOLD)  2.7.3	<p>Выбор минимального значения нормального объемного расхода, при превышении которого, текущее значение расхода считается сбросом. <b>Выбор:</b> 10-значное число с плавающей точкой: 0. 1 ... 1000000 нм<sup>3</sup>/ч</p> <p> <b>Заводские установки:</b> 50000 нм<sup>3</sup>/ч</p>
Период ЧУ (часового учёта) (Period of time)  2.7.4	<p>Выбор числа часов, за которые будет выдаваться один отсчёт в часовом учёте пункта меню архив. <b>Выбор:</b> число от 1 до 23 ч</p> <p> <b>Заводские установки:</b> 1 ч</p>
<b>Группа ПАРОЛЬ (PASSWORD)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ввод пароля</li> <li>(ACCESS</li> </ul> 2.8.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Все данные защищены от неумышленного изменения. Доступ к программированию и изменение настроек возможен только после</li> </ul> 24

	<p>ввода пароля в данной функции.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Доступ к программированию закрывается, если осуществляется выход из пункта параметров (PARAMETERS), также вы также можете закрыть доступ к программированию, введя в этой функции любое число, отличное от кода доступа.</li> <li>• <b>Ввод пользователем:</b> пятизначное число: 0 ... 99999</li> </ul>
<p>Корректировка пароля (DEFINE ACCESS)</p> <p style="text-align: center;">2.8.2</p>	<p>Определение пароля пользователем</p> <p>⚠ Если код доступа установлен "0", доступ к программированию всегда остается открытым. Чтобы установить код пользователя сначала необходимо открыть доступ текущим кодом. Если доступ к программированию закрыт данная функция не отображается во избежание несанкционированного изменения кода.</p> <p><b>Ввод пользователем:</b> пятизначное число: 0 ... 99999</p> <p>🔧 <b>Заводские установки:</b> 12345</p>

### 2.6.3 Точковый выход

Расходомер имеет токовый выход 4÷20 мА, являющийся активным; значение выходного тока 4 мА соответствует скорости 0 м/с (0 т/ч или 0 нм³/ч), а 20 мА – 30 м/с (4380 т/ч или 3400 нм³/ч, указан максимальный расход для трубы с внутренним диаметром 200 мм). Характер преобразования токовой петли выбирается пользователем. Для примера приведён характер преобразования скорость газа – выходной ток, который представлен на рисунке 10. Данное преобразование описывается следующей формулой:

$$I(V) = I_{\min} + \frac{I_{\max} - I_{\min}}{V_{\max} - V_{\min}} \cdot V, \quad 2.4.3.1$$

где  $I_{\min} = 4$  мА – значение выходного тока, при скорости, равной  $V_{\min} = 0$  м/с,  $I_{\max} = 20$  мА – значение выходного тока при скорости  $V_{\max} = 30$  м/с,  $V$  – текущее значение скорости.

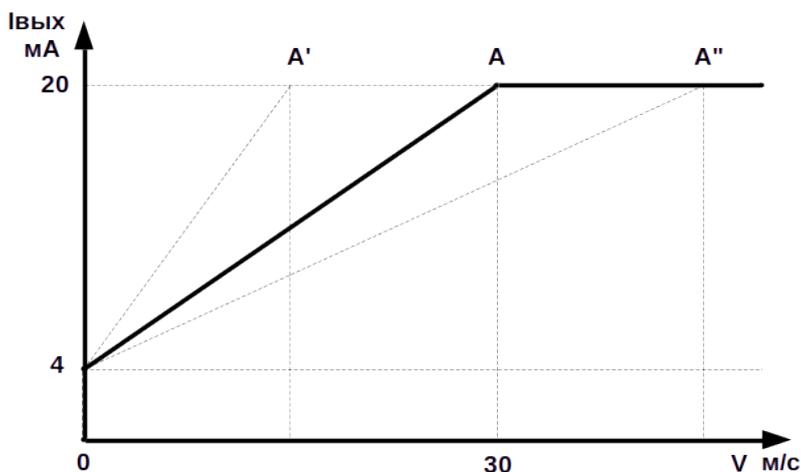


Рис.10 Характер преобразования скорость газа – выходной ток  
Положение точки А на графике может быть изменено в режиме настройки параметров.

### **3 Техническое обслуживание (ТО)**

Техническое обслуживание прибора (регламентные работы) необходимо проводить один раз в год или через 8000 часов эксплуатации силами специалистов, имеющих разрешение на проведение данных работ в следующем порядке:

- проверка соблюдения правил эксплуатации;
- внешним осмотром установить отсутствие видимых повреждений и дефектов, препятствующих применению прибора по назначению
- проконтролировать соответствие значения коэффициентов  $A$ ,  $B$ ,  $N$  и параметров: плотность газа, диаметр, тип датчика, установленных в КВУ приведённым в таблице 6. Соответствие контролируется в режиме «Настройка»;
- контролируют напряжение на литиевой батарее, откинув крышку лицевой панели КВУ, которое должно быть не менее 3 В;
- при наличии в измеряемой среде примесей, отложение которых возможно на МС, необходимо контролировать наличие данных отложений, с периодичностью, зависящей от степени загрязнённости измеряемой среды.

### **4 Гарантии изготовителя**

4.1 Гарантийный срок эксплуатации расходомера составляет 12 месяцев со дня ввода в эксплуатацию, но не более 18 месяцев со дня выпуска из производства, при соблюдении условий хранения.

4.2 Гарантийные обязательства и послегарантийное обслуживание выполняются изготовителем при соблюдении следующих условий:

4.2.1 не нарушены пломбы изготовителя на расходомере (при их наличии);

4.2.2 прибор не имеет внешних повреждений;

4.2.3 имеется паспорт (Руководство по эксплуатации) с отметкой ОТК.

4.3 Изготовитель снимает с себя гарантийные обязательства в случае выхода расходомера из строя по причине:

4.3.1 не соблюдения п.1, 3-5, 11, 12 главы 1.2, п. 2.1.3 главы 2.1, п.2.3.1-2.3.8 главы 2.5;

4.3.2 поломки модуля сенсорного (МС) или его механического повреждения по причине:

4.3.2.1 неправильного монтажа МС;

4.3.2.2 неаккуратного обращения;

4.3.2.3 поломки или механического повреждения МС, связанной с наличием инородных тел в трубопроводе.

### **5 Транспортировка и хранение**

5.1 Транспортировка расходомера в упаковке изготовителя осуществляется в закрытом транспорте любого вида.

5.2 Расходомеры необходимо хранить в отопляемом вентилируемом помещении при температуре окружающего воздуха от +5 до +40 °С и относительной влажности не более 95 %.

## **6 Методика поверки**

Настоящая методика поверки распространяется на расходомер газа массовый типа СУРГ серии 1.000 и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок при выпуске из производства и после ремонта.

Межповерочный интервал – 3 года.

### **6.1 Операции поверки**

При проведении поверки выполняют следующие операции:

6.1.1 Внешний осмотр (п. 6.6);

6.1.2 Определение метрологических характеристик (п. 6.7)

### **6.2 Средства поверки**

6.2.1 Установка поверочная УПСГ-200, диапазон воспроизводимых скоростей потока газа 0,1 – 30 м/с с относительной погрешностью  $\pm 1,0$  %;

6.2.2 Термометр метеорологический стеклянный ТМ 6-1 ГОСТ 112-78, пределы измерений от минус 30 до плюс 50 °С, цена деления шкалы 0,2 °С.

6.2.3 Барометр МД-49-2, ГОСТ 23696, пределы измерений 84...106,7кПа, погрешность  $\pm 110$  Па;

6.2.4 Психрометр аспирационный МЗЧ, влажность до 100%, ТУ 25-02-809-80;

6.2.5 Мультиметр АМ-7030.

Используемые средства должны быть поверены и иметь действующее свидетельство о поверке или оттиски поверительных клейм.

Допускается применение других средств поверки с аналогичными или лучшими метрологическими характеристиками.

### **6.3 Условия поверки**

6.3.1 Измеряемая среда – атмосферный воздух в помещении;

6.3.2 Температура измеряемой среды и окружающего воздуха  $20 \pm 5$  °С;

6.3.3 Изменение температуры в процессе калибровки не должно превышать  $\pm 0,5$  °С;

6.3.4 Относительная влажность воздуха не более 80 % при температуре 20 °С;

6.3.5 Атмосферное давление 86 – 103,7 кПа;

6.3.6 Напряжение и частота питающего напряжения 220 В 50 Гц.

### **6.4 Требования безопасности**

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие правила и требования:

6.4.1 Правила безопасности труда, действующие на поверочной установке;

6.4.2 Правила безопасности при эксплуатации используемых средств поверки, приведённых в эксплуатационной документации;

6.4.3 «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;

6.4.4 К поверке допускают лиц, имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники

безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», изучивших руководство по эксплуатации на расходомер;

6.4.5 Перед проведением поверки поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности.

## **6.5 Подготовка к поверке**

6.5.1 Перед проведением поверки поверяемый расходомер СУРГ выдерживают в условиях согласно п. 6.3 не менее 3-х часов (без подключения к питающей сети переменного тока);

6.5.2 Монтируют МИ поверяемого расходомера СУРГ на измерительный трубопровод поверочной установки УПСГ 200 в соответствии с руководством по эксплуатации СУРГ. Монтируют контрольно-вычислительное устройство КВУ поверяемого расходомера рядом с эталонным КВУ, подключают питающий и информационный кабели в соответствии со схемой, приведенной в руководстве по эксплуатации поверочной установки УПСГ 200;

6.5.3 Проверяют правильность монтажа и электрических соединений поверяемого расходомера на поверочной установке, включают напряжение питания и выдерживают поверяемый расходомер и средства поверки не менее 20 минут во включенном состоянии;

6.5.4 Подготавливают средства поверки и поверяемый расходомер к работе согласно указаниям в эксплуатационной документации на них;

6.5.5 Контролируют параметры окружающего воздуха на соответствие указанным в п. 6.3.

## **6.6 Внешний осмотр**

6.6.1 При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие поверяемого расходомера СУРГ следующим требованиям:

6.6.1.1 Комплектность соответствует указанной в РЭ;

6.6.1.2 Отсутствуют механические повреждения МИ и КВУ, влияющие на работоспособность и метрологические характеристики;

6.6.1.3 Отсутствуют дефекты надписей, маркировки и обозначений, препятствующие их однозначному пониманию.

6.6.2 Расходомеры, забракованные по результатам внешнего осмотра, дальнейшей поверке не подлежат (до устранения причин, по которым они были забракованы; если устранить причину, по которой расходомер был забракован, не удаётся, то расходомер к дальнейшей поверке и эксплуатации не допускается).

## **6.7 Проверка токового выхода**

6.7.1 Соединяют прибор по схеме, указанной в Приложении 5;

6.7.2 Включают прибор и в режиме «Настройка» устанавливают значение тока  $I_{уст}$  на индикаторе КВУ из диапазона 4÷20 мА, и контролируют соответствующее ему показание с токового выхода  $I_{ТВ}$ , мА на мультиметре;

6.7.3 Рассчитывают абсолютную погрешность  $\Delta I$ , мА:

$$\Delta I = I_{ТВ} - I_{уст} \quad 6.7.3.1;$$

6.7.4 Таким образом устанавливают несколько точек из диапазона  $4 \div 20$  мА. Точковый выход считают выдерживавшим проверку, если ни одно из показаний не выходит за пределы абсолютной погрешности  $\Delta I$ , вычисленной по формуле:

$$\Delta I \leq \pm 0.0075 \cdot I_{уст}$$

6.7.4.1.

## 6.8 Определение метрологических характеристик

6.8.1 Метрологические характеристики поверяемого расходомера и его градуировочные коэффициенты  $A$ ,  $B$  и  $N$  определяют при значениях скорости потока воздуха не менее чем в пяти точках поверочного диапазона методом непосредственного сличения.

6.8.2 Поверку расходомеров проводят в автоматическом режиме, с помощью программного обеспечения, устанавливаемого на персональный компьютер. Данное программное обеспечение выполняет следующие функции:

- установку и поддержание соответствующего расхода с помощью частотно-регулируемого привода;
- сбор и отображение на мониторе персонального компьютера мгновенного значения скорости эталонного и поверяемого расходомеров, текущей информации о относительной погрешности измерения и дополнительной служебной информации;
- по завершению процесса поверки в таблице выводятся показания эталонного и поверяемого прибора и относительная погрешность на каждой из точек поверочного диапазона, а также график, на котором показано положение кривых скорости эталонного и поверяемого прибора. После нажатия кнопки подсчёт, выводится таблица с новыми коэффициентами  $A$ ,  $B$  и  $N$ , рассчитываемыми программой (возможно ручное изменение коэффициентов) и происходит совмещение кривых на графике. Расчёт коэффициентов проводится с минимизацией значений погрешности в поверочном диапазоне скоростей потока воздуха. Полученные значения коэффициентов заносятся в таблицу 6 внутренних параметров, если предполагается использование расходомера для измерения расхода газовых смесей, то в таблицу 6 внутренних параметров заносятся коэффициенты, пересчитанные по специальной программе.

6.8.3 Результаты измерений обрабатываются автоматически (см. предыдущий пункт). Результаты поверки расходомера СУРГ отображаются на экране монитора компьютера в виде таблицы, где в точках поверочного диапазона представлены значения скоростей потока воздуха, измеренные эталонным и поверяемым расходомерами СУРГ, значения основной относительной погрешности в поддиапазонах скоростей  $0,1 \dots 3,0$  м/с и  $3,0 \dots 30$  м/с, вычисляемой по формуле:

$$\delta V_i = \frac{\bar{V}_i - \bar{V}_{эт}}{\bar{V}_{эт}} \cdot 100, \%$$

6.8.3.1

где  $\bar{V}_i$ , м/с – среднее значение скорости потока воздуха, измеренное поверяемым расходомером;  $\bar{V}_{эт}$ , м/с – среднее значение скорости потока воздуха, измеренное эталонным расходомером.

При калибровке расходомера в диапазоне 0,1 – 3 м/с используется специальная насадка, в которой закрепляют калибруемый прибор. Данная насадка представляет из себя прямоугольный короб с отношением площадей сечения расположения калибруемого и эталонного прибора 8.445.

При калибровке многосенсорного расходомера в зависимости от требуемого диапазона поверяемый прибор располагается в сечении основной трубы или закрепляется в специальной насадке. Калибруется поочерёдно каждый из сенсорных модулей многосенсорного прибора. Остальные операции поверки аналогичны операциям поверки односенсорного прибора.

Полученные значения основной относительной погрешности расходомера в указанных поддиапазонах скоростей потока воздуха должны быть в пределах  $\pm 3,0\%$  или  $\pm 5,0\%$  соответственно.

## **7 Оформление результатов поверки**

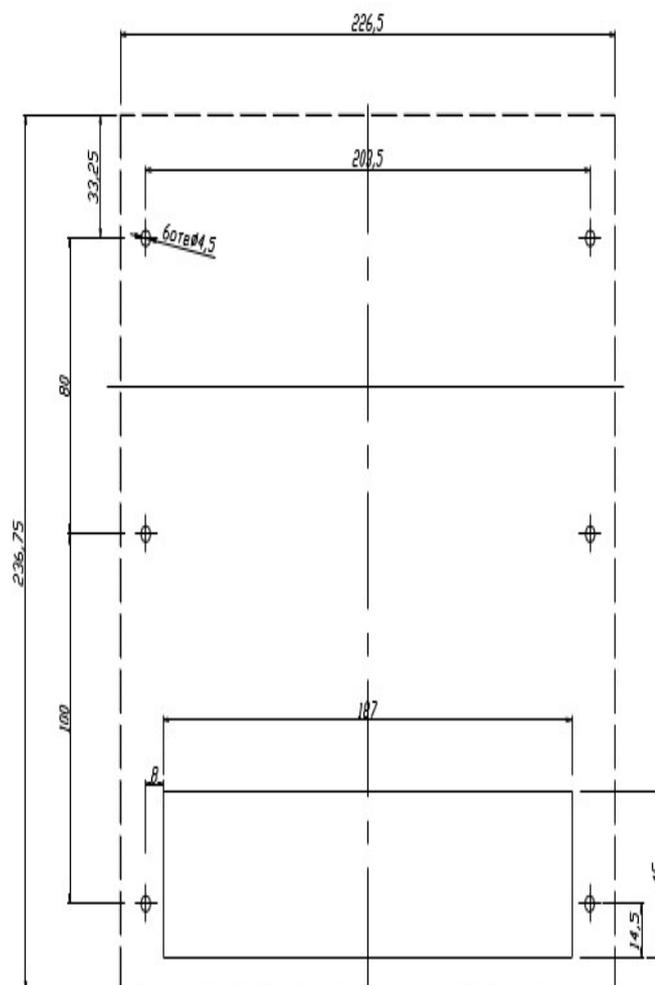
7.1 Результаты поверки оформляются в виде протокола по форме, указанной в Приложении 2;

7.2 При положительном результате поверки расходомера (первичной, периодической) в соответствии с ПР 50.2.006 в РЭ ставят оттиск поверительного клейма и прибор допускают к эксплуатации;

7.3 При отрицательных результатах поверки расходомер к эксплуатации не допускают, имеющиеся оттиски поверительных клейм аннулируют и выписывают «Извещение о непригодности» или делается соответствующая запись в РЭ.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Разметка панели приборного щита для крепления КВУ



**Примечание:** при расположении кабельных вводов на нижней стенке основания, на крепёжной панели отверстие вырезать не нужно.

Форма протокола поверки

Протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
поверки расходомера массового СУРГ

Завод-изготовитель: ООО «Шибболет», г. Рязань  
Заводской номер: № \_\_\_\_\_.

Поверочная среда: воздух  
Атмосферное давление: \_\_\_\_\_ мм. рт. ст.  
Относительная влажность: \_\_\_\_\_ %  
Место проведения поверки: ООО «Шибболет»

Средство поверки: Установка поверочная УПСГ 200  
Методика поверки: глава 6 РЭ

Результаты измерений

№ точки	Скорость потока воздуха, м/с		Относительная погрешность измерения, %
	Эталонная	Поверяемый расходомер СУРГ	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Коэффициенты калибровки прибора по воздуху

Коэффициенты			
A	B	N	Kv

Установка МИ на действующий трубопровод с помощью лубрикатора

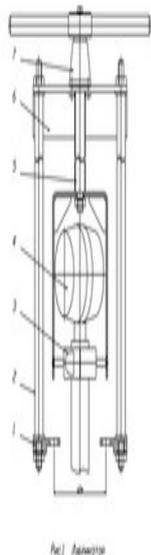


Рис.1 Лубрикатор

- 1 – Планка
- 2 – Опорные стойки
- 3 – Механизм крепления МИ
- 4 – МИ
- 5 – Ходовой винт
- 6 – Угольник
- 7 – Резьбовая втулка

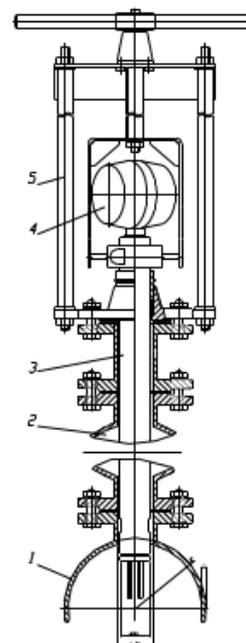
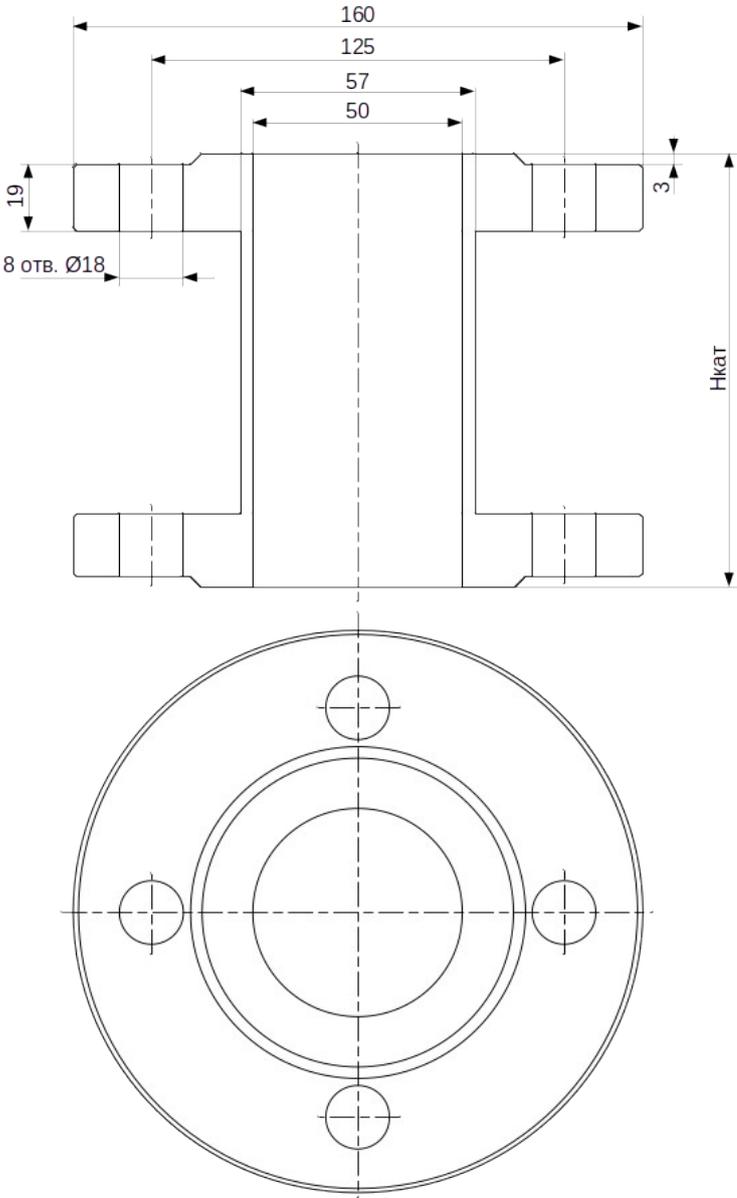
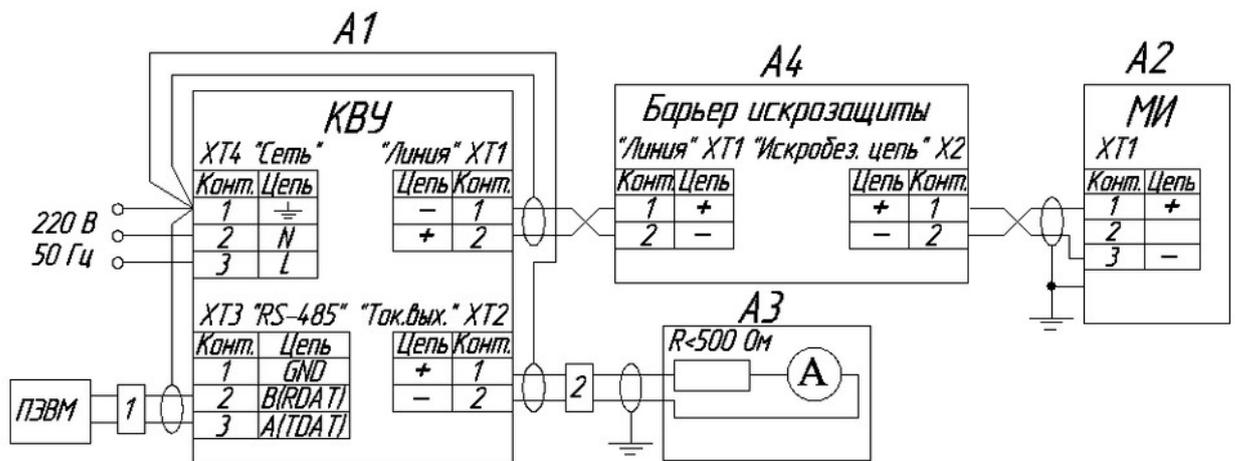


Рис. 2 Схема установки МИ в трубопровод через клиновую задвижку (шаровый кран)

- 1 – Трубопровод с патрубком
- 2 – Клиновая задвижка или шаровый кран
- 3 – Шлюзовая камера (Катушка)
- 4 – МИ
- 5 – Лубрикатор

Катушка переходная





1, 2 – ферритовые накладки на кабель.

Барьер искрозащиты (блок А4) присутствует только в приборах с маркировкой вида взрывозащиты МИ искробезопасная цепь 1ExibIICT5, при этом барьер искрозащиты располагается вне корпуса КВУ.

Для подключения КВУ к МИ необходимо использовать экранированный кабель, например: КВВГЭ, КМПвЭВнг-FRLS, КПоПэнг-НГ с общим сопротивлением двухпроводной линии не более указанного в п. 1.2.11 и наружным диаметром кабеля от 10 до 15 мм и от 6 до 12 мм для приборов, не предназначенных для эксплуатации на объектах атомной промышленности.

Для унифицированного сигнала 4-20 мА необходимо использовать экранированный кабель с наружным диаметром кабеля от 10 до 15 мм для приборов, предназначенных для эксплуатации на объектах атомной промышленности или от 6 до 12 мм в остальных случаях, при этом полное сопротивление, равное сумме сопротивлений нагрузки и соединительного кабеля, не должно превышать 500 Ом. На кабель необходимо установить ферритовую накладку, входящую в комплект поставки, как можно ближе к месту ввода кабеля в КВУ. Ферритовую накладку устанавливают только на приборы, эксплуатируемые на объектах атомной промышленности.

Подключение по интерфейсу RS-485 осуществляется экранированной витой парой, заземляемой только со стороны КВУ. На кабель необходимо установить ферритовую накладку, входящую в комплект поставки, как можно ближе к месту ввода кабеля в КВУ. Наружный диаметр кабеля должен быть в пределах от 5 до 9 мм. Ферритовую накладку устанавливают только на приборы, эксплуатируемые на объектах атомной промышленности.

При выборе кабелей и проводов для применения на объектах атомной промышленности, нужно выбирать их из списка разрешённых для применения на данных объектах.

Вариант заземления, показанный на рисунке в данном приложении обязателен только для приборов, эксплуатируемых на объектах атомной промышленности.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 6**  
**Комплект монтажных частей**

Комплект	Состав комплекта	Количество, шт.	Обозначение крепежных деталей	Примечание
1	Фланцы	1	Фланец 1-50-10 12X18Н9Т ГОСТ 12821-80 Если в заказе указано КМЧ-У то материал Ст.20	Замена материала: - 10X17Н13М3Т (типа ЭИ- 432) по ГОСТ 5632-72
	Шпильки	4	М16- 6g×180.58.016 ГОСТ 22042-76	Материал: - 20X13 по ГОСТ 5632-72
	Гайки	8	М16-6Н.6.(S24)016 ГОСТ 5915-70	Материал: - 20X13 по ГОСТ 5632-72
	Шайбы	8	16.65Г.016 ГОСТ 6402-70	Материал: - 20X13 по ГОСТ 5632-72
	Прокладка	1		Материал: ПАГФ-Д-П1- 1,6 -00 106*57*2

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

### Возможные неисправности и причины их возникновения

Возможная неисправность	Причина возникновения
Завышенное показание расхода	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить соответствие параметров и коэффициентов, установленных в КВУ, записанным в РЭ;</li> <li>- коэффициенты рассчитаны для другого состава газа;</li> <li>- высокое содержание влаги в измеряемой среде;</li> <li>- температурный профиль в трубопроводе неравномерный;</li> <li>- неисправность электронных устройств;</li> <li>- неравномерное распределение профиля потока по сечению.</li> </ul>
Нет подсветки индикатора, информация не отображается	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неисправность индикатора;</li> <li>- отсутствует питание на индикаторе;</li> <li>- плохой контакт в соединении индикатора с платой контроллера.</li> </ul>
Подсветка есть, информации нет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неисправность индикатора;</li> <li>- плохой контакт в соединении индикатора с платой контроллера;</li> <li>- повреждение портов ввода-вывода контроллера, отвечающих за подачу информации на индикатор;</li> </ul>
Нет сигнала 4-20 мА	<ul style="list-style-type: none"> <li>- разомкнута цепь токовой петли;</li> <li>- плохой контакт в цепи токовой петли;</li> <li>- неисправность электронных устройств.</li> </ul>
Не изменяется сигнал 4-20 мА в ответ на изменение расхода	<ul style="list-style-type: none"> <li>- в режиме настройки параметров посмотреть установленный верхний предел токового выхода;</li> <li>- отсутствуют данные от модуля измерительного;</li> <li>- неисправность электронных устройств.</li> </ul>
Расходомер не показывает ноль при нулевом расходе	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить комплектность КВУ и МИ;</li> <li>- проверить соответствие установленных в КВУ коэффициентов, записанным в РЭ;</li> <li>- состав газа не соответствует расчётному;</li> <li>- неисправность измерительной схемы.</li> </ul>
Показания температуры не соответствуют действительности	<ul style="list-style-type: none"> <li>- плохой контакт между платой УСО и МС;</li> <li>- повреждён измерительный элемент;</li> <li>- неисправность платы УСО.</li> </ul>
На индикаторе КВУ высветилось сообщение: «Нет данных от датчика»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить, подключен ли кабель «Линия» к КВУ и МИ;</li> <li>- проверить линию связи, соединяющую КВУ и МИ;</li> <li>- неисправность электронных устройств МИ или КВУ.</li> </ul>

