

421560 6 (ОК 005-93)

**26.51.52.190 (ОКПД 2)**

9026 80 4000 (ТН ВЭД ТС)

ПЛОТНОМЕР-ВИСКОЗИМЕТР  
«СМАРТ»

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

РЭ 26.51.52-001-53564978-2023

## Содержание

1	ОПИСАНИЕ И РАБОТА .....	3
1.1	Назначение .....	3
1.2	Основные параметры и технические характеристики .....	3
1.3	Состав изделия .....	7
1.4	Устройство и работа .....	7
1.5	Обеспечение взрывозащищённости .....	9
1.6	Маркировка и пломбирование .....	10
1.7	Упаковка .....	11
2	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....	11
2.1	Общие указания .....	11
2.2	Указание мер безопасности .....	13
2.3	Обеспечение взрывозащищённости при монтаже .....	14
2.4	Порядок установки .....	14
2.5	Обеспечение взрывозащищённости при эксплуатации .....	15
2.6	Использование изделия .....	16
3	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....	16
4	ХРАНЕНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ .....	18
5	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ .....	18
6	ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ .....	18
	Приложение А .....	19
	Приложение Б .....	23
	Приложение В .....	28
	Приложение Г .....	30
	Приложение Д .....	33
	Приложение Е .....	35
	Приложение Ж .....	39
	Приложение З .....	50
	Приложение И .....	54

Настоящее руководство по эксплуатации (в дальнейшем РЭ) распространяются на плотномеры-вискозиметры «СМАРТ» (далее по тексту - плотномеры-вискозиметры), предназначенные для непрерывного измерения плотности и/или вязкости жидкостей и газов внутри резервуаров, труб и прочих элементов и устройств в условиях технологических процессов промышленного производства и других применений в режиме реального времени, содержит описание их устройства и работы, а также правила эксплуатации, сведения по техническому обслуживанию, ремонту, хранению и транспортированию.

Плотномеры-вискозиметры выпускаются по ТУ 26.51.52-001-53564978-2023

Структура записи обозначения при заказе приведена в Приложении А.

## 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 1.1 Назначение

Плотномеры-вискозиметры предназначен для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и обеспечивают непрерывное измерение плотности и/или вязкости жидкостей и газов и преобразование измеренных значений в выходной электрический аналоговый и цифровой сигнал.

Плотномеры-вискозиметры могут иметь следующие выходные сигналы: аналоговый постоянного тока 4-20 мА, цифровой по интерфейсу RS-485 или HART, дискретный выходной сигнал и релейный выход. Предназначены для работы с вторичной регистрирующей и показывающей аппаратурой, регуляторами и другими устройствами автоматики централизованного контроля и системами управления, работающими с указанными сигналами.

По степени защищенности плотномеры-вискозиметры могут применяться во взрывоопасных газовых средах классов «0», «1» и «2» в соответствии с ТР ТС 012.

Плотномеры-вискозиметры взрывозащищенного исполнения **СМАРТ-х-х.х-Ех...** с маркировкой “0Ех ia ПС «Т6...Т3» Ga X”, и **СМАРТ-х-х.х-Вн...** с маркировкой “1Ех db ПС «Т6...Т3» Gb X” (вид взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка») соответствуют требованиям ТР ТС 012/2011, ГОСТ 31610.0-2019 (IEC 60079-0:2017), ГОСТ IEC 60079-1-2013, ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011), ГОСТ Р МЭК 60079-31-2013 и предназначены для установки во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок согласно ПТЭЭП гл.3.4 и других директивных документов, регламентирующих правила применения электрооборудования во взрывоопасных зонах. В соответствии с ГОСТ IEC 60079-14-2013 плотномеры-вискозиметры **СМАРТ-х-х.х-Ех...** предназначены для использования в зоне класса «0» по ГОСТ IEC 60079-10-2013, а плотномеры-вискозиметры **СМАРТ-х-х.х-Вн...** – в зоне класса «1».

### 1.2 Основные параметры и технические характеристики

**1.2.1** Плотномеры-вискозиметры должны соответствовать требованиям настоящих технических условий и комплекта технической документации 100.000.000. Габаритные и присоединительные размеры плотномеров-вискозиметров приведены в приложении Б.

**1.2.2** Диапазон показаний плотности, кг/м<sup>3</sup> 0 – 3000

**1.2.3** Диапазоны измерения плотности, кг/м<sup>3</sup> 0 – 200;  
420 – 700;  
620 – 2000

**1.2.4** Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности в нормальных условиях, кг/м<sup>3</sup> ± 0,3\*;  
± 0,5;  
± 1,0;  
± 2,0;  
± 5,0

**1.2.5** Диапазон показаний динамической вязкости, мПа·с 0,1 – 20000

<b>1.2.6</b> Диапазоны измерения динамической вязкости, мПа·с	0,1 – 10,0; 0,1 – 100; 0,1 – 1000; 0,1 – 12500
<b>1.2.7</b> Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений динамической вязкости в диапазоне измерений от 0,5 до 10,0 мПа·с включительно, мПа·с	± 0,2
<b>1.2.8</b> Пределы допускаемой погрешности измерений динамической вязкости, приведённой к верхнему пределу измерений в диапазонах измерений от 10 до 12500 мПа·с, %	± 1,0 ± 3,0
<b>1.2.9**</b> Диапазон измерения температуры зонда, °С 2 исполнения:	
- X00	от минус 40 до плюс 80
- X01	от минус 70 до плюс 200
- X02	от минус 40 до плюс 80
- 403	от минус 70 до плюс 200
<b>1.2.10</b> Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры зонда, °С	± (0,3 + 0,005 t), где t – температура зонда
<b>1.2.11</b> Диапазон температуры измеряемой среды, °С 2 исполнения:	
- X00	от минус 40 до плюс 80
- X01	от минус 70 до плюс 200
- X02	от минус 40 до плюс 80
- 403	от минус 70 до плюс 200
<b>1.2.12</b> Максимальное давление среды, МПа, не более:	20 для базового исполнения зонда; 10 для удлинённого зонда
<b>1.2.13</b> Максимальная вязкость среды, не более, мПа·с для погрешности измерения плотности кг/м <sup>3</sup> :	
± 0,3	100
± 0,5	200
± 1,0	1000
± 2,0	5000
± 5,0	12500
<b>1.2.14</b> Выходные сигналы	аналоговый (4-20) мА, дискретный, релейный, цифровой: RS-485, HART (4-20) мА
<b>1.2.15</b> Пределы допускаемой дополнительной приведённой погрешности аналогового сигнала от 4 до 20 мА при температуре окружающего воздуха 25 ± 5 °С, %	± 0,05
<b>1.2.16</b> Пределы допускаемой дополнительной приведённой погрешности аналогового сигнала от 4 до 20 мА от изменения температуры окружающей среды на 1 °С, %	± 0,005
<b>1.2.17</b> Индикация значения измеряемого параметра в установленных единицах на встроенном индикаторе с жидкокристаллическим дисплеем, кг/м <sup>3</sup> и/или мПа·с	от 0,0 до 999,9 и от 1000 до 9999

**1.2.18 Напряжение питания постоянного тока, В**

от 12 до 28

Источник питания должен удовлетворять требованиям:

- сопротивление изоляции не менее 40 МОм;
  - выдерживать испытательное напряжение при проверке электрической прочности изоляции 1,5 кВ;
  - пульсация (двойная амплитуда) выходного напряжения не должна превышать 0,5 % от номинального значения, при частоте гармонических составляющих, не превышающей 500 Гц.
- \*\*\*Допускается длительное отклонение напряжения от номинального значения до 10 %, кратковременное отклонение напряжения от номинального значения до плюс 5 % и минус 10 % в режиме циклических отклонений и до 10 % в течение не более 5 с.

**1.2.19** Сопротивление нагрузки для аналогового выходного сигнала постоянного тока от 4 до 20 мА должно рассчитываться по формуле (1.1),  $R_n$ , кОм, не более:

$$R_n = 0,05 + (U_{\text{пит}} - 12) / 20 \quad (1.1)$$

где:  $U_{\text{пит}}$ , В – напряжение питания плотномера-вискозиметра

**1.2.20** Потребляемая мощность плотномеров-вискозиметров, ВА, не более:

- |  |      |
|--|------|
| потребляемая мощность по каналам, ВА, не более | 1,2  |
| - по аналоговому 4-20 мА                       | 0,64 |
| - по цифровому RS-485                          | 0,64 |

**1.2.21** Электрическое сопротивление изоляции между электрическими цепями и корпусом плотномеров-вискозиметров при температуре окружающего воздуха  $25 \pm 5$  °С и относительной влажности воздуха 80 % должно быть не менее, МОм

20

**1.2.22** Изоляция электрических цепей плотномеров - вискозиметров при температуре окружающего воздуха  $25 \pm 5$  °С и относительной влажности воздуха 80 % должна выдерживать в течение 1 мин действие испытательного напряжения постоянного тока, В:

500

**1.2.23** Степень защиты от воздействия пыли и воды по ГОСТ 14254-2015:

- |                              |      |
|------------------------------|------|
| - электронного блока         | IP67 |
| - первичного преобразователя | IP68 |

**1.2.24** Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69

УХЛ1

**1.1.25** \*\*\*Плотномер-вискозиметры безотказно работают, сохраняют технические характеристики на всех режимах работы в условиях относительной влажности воздуха, %

$75 \pm 3$  (плюс  $(45 \pm 2)$  °С);  
 $80 \pm 3$  (плюс  $(40 \pm 2)$  °С);  
 $95 \pm 3$  (плюс  $(25 \pm 2)$  °С);

**1.2.26** Диапазон температуры окружающей среды, °С

от минус 40 (60) \*\*\*\* до  
плюс 80

**1.2.27** По устойчивости к механическим воздействиям плотномеры-вискозиметры должны соответствовать виброустойчивому и вибропрочному исполнению группы М7 (М46\*\*\*) по ГОСТ 30631-99 (таблица Б.1)

**1.2.28** Исполнение по сейсмостойкости по шкале MSK-64:

до 9 баллов

**1.2.29** Плотномер-вискозиметры должны быть работоспособны в электромагнитной обстановке 3 класса по ГОСТ Р 51317.2.4-2000 и по основным требованиям к электромагнитной совместимости соответствовать ГОСТ 30804.6.2-2013.

Плотномер-вискозиметры должны быть устойчивы при степени жесткости 3:

- а) к электростатическим разрядам по ГОСТ 30804.4.2-2013;
- б) к радиочастотному электромагнитному полю по ГОСТ 30804.4.3-2013;

- в) к магнитному полю промышленной частоты по ГОСТ Р 50648-94;
- г) к наносекундным импульсным помехам по ГОСТ 30804.4.4-2013;
- д) к микросекундным импульсным помехам большой энергии по ГОСТ Р 51317.4.5-99.

**1.2.30** Плотномер-вискозиметр соответствует требованиям взрывозащиты ГОСТ 31610.0-2019 (IEC 60079-0:2017), ГОСТ IEC 60079-1-2013, ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011), ГОСТ Р МЭК 60079-31-2013

**1.2.31** Масса, не более, кг

7,9

для базового  
исполнения зонда

**1.2.32** Плотномеры-вискозиметры в упаковке для транспортирования должны быть прочными при воздействии следующих механико-динамических нагрузок:

- вибрации по группе F3 ГОСТ Р 52931-2008;
- ударам при свободном падении с высоты 250 мм.

**1.2.33** Плотномеры-вискозиметры в упаковке должен выдерживать воздействие температур от минус 50 до плюс 60 °С и относительной влажности воздуха  $95 \pm 3$  % при температуре 35 °С.

**1.2.34** Плотномеры-вискозиметры предназначены для измерения характеристик сред, по отношению к которым материалы, контактирующие с измеряемой средой, являются коррозионностойкими.

Материалы первичного преобразователя плотномеров-вискозиметров:

- 44НХТЮ ГОСТ 14119-85;
- нержавеющая сталь 08Х18Н10 (AISI 304) ГОСТ 5632-2014;
- нержавеющая сталь 12Х18Н10Т (AISI 321) ГОСТ 5632-2014;
- нержавеющая сталь 06ХН28МДТ (AISI 904L) ГОСТ 5632-2014;
- нержавеющая сталь ХН65МВУ (Alloy C276) ГОСТ 5632-2014;
- титановый сплав BT1-0 ГОСТ 19807-91.

По обоснованному требованию заказчика допускается применение других материалов первичного преобразователя и/или покрытие камертона первичного преобразователя фторопластом Ф-4М. Материал корпуса электронного блока исполнений **СМАРТ-х-х.4хх** сплав АК12 ГОСТ 1583-93 и закаленное стекло (смотровое стекло), исполнений **СМАРТ-х-х.1хх** – нержавеющая сталь или другой материал соответствующий исполнению первичного преобразователя.

Материал уплотнительных колец и прокладок - специальные марки резин.

**1.2.35** Полный средний срок службы плотномеров-вискозиметров, лет, не менее:

10

**1.2.36** Средняя наработка на отказ, час., не менее:

80000

**1.2.36** Плотномеры-вискозиметры относятся к многопараметрическим, восстанавливаемым, ремонтируемым изделиям

**1.2.37** Содержание цветных металлов, г:

- сплав АК12 ГОСТ 1583-93

610

- латунь Л63 ГОСТ 15527-2004

25

\* Обеспечивается для газов и сжиженных газов. Для жидкостей, сохраняется в ограниченном диапазоне температур измеряемой и окружающей среды от минус 20 до плюс 50 °С и вязкости до 100 мПа·с. В диапазоне температур от 0 до 50 °С и давлений до 0,6 МПа погрешность измерения плотности газов может составлять 0,1 кг/м<sup>3</sup>.

\*\* Измеряется температура внутри зонда вибропреобразователя, которая, в общем случае, может отличаться от температуры среды на значение, превышающее заявленную погрешность измерения. Проводится заводская калибровка внутреннего датчика температуры. Параметр не проверяется.

\*\*\* Только для исполнений **СМАРТ-х-х.1хх**.

\*\*\*\* Специальное исполнение, проводятся дополнительные испытания.

### 1.3 Состав изделия

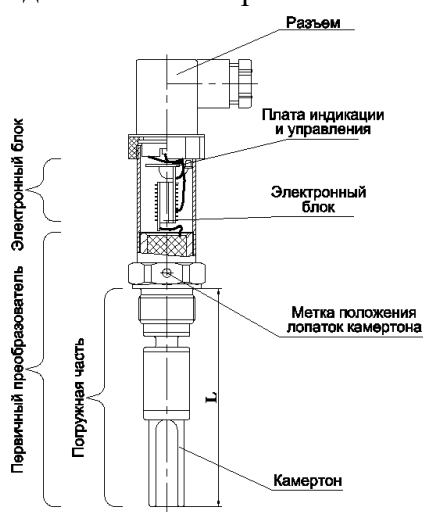
1.3.1 Плотномер-вискозиметр является единым прибором.

1.3.2 В комплект поставки входят:

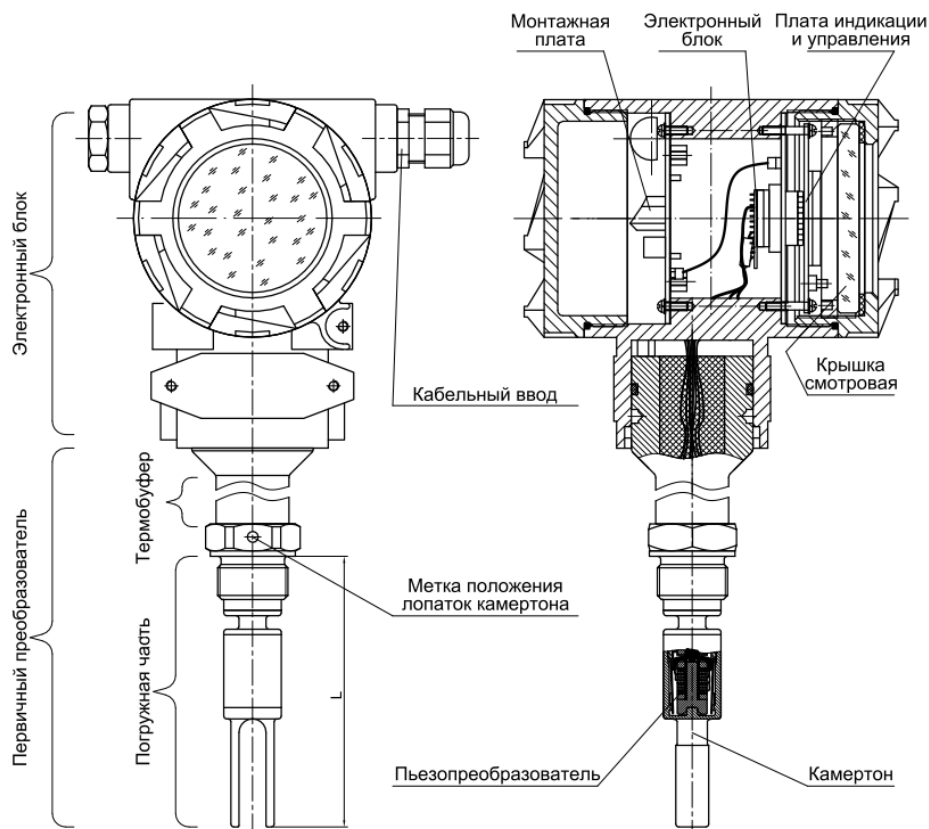
- плотномер-вискозиметр	1 шт.
- паспорт ПС 26.51.52-001-53564978-2023	1 экз.
- руководство по эксплуатации РЭ 26.51.52-001-53564978-2023	1 экз.
- кабельная часть разъема (при исполнении с разъемом)	1 шт.
- программа монитор «СМАРТМОН» для ПК	по заказу
- методика поверки МИ 26.51.52-001-53564978-2023	по заказу
- монтажные части;	по заказу
- упаковка.	1 шт.

### 1.4 Устройство и работа

1.4.1 Функционально плотномер-вискозиметр состоит из первичного преобразователя и электронного блока. Устройство плотномера-вискозиметра приведено на рисунке 1, монтажная плата и схемы подключения - в приложении В.



а – исполнения СМАРТ-х-х.1хх



б – исполнение СМАРТ-х-х.4хх

**Рисунок 1** – Состав и устройство плотномера-вискозиметра

Первичный преобразователь представляет собой стальной трубчатый корпус, в котором закреплены жестко соединенный с камертоном пьезопреобразователь и термопреобразователь.

Электронный блок формирует электрические сигналы, передаваемые на пьезопреобразователь для возбуждения механических колебания вибропреобразователя плотности и вязкости камертонного типа. При изменении вязкости измеряемой среды изменяется добротность вибропреобразователя, а при изменении плотности – частота (период) колебаний.

Электронный блок преобразует измененное значение резонансной частоты и добротности вибропреобразователя в значения плотности и динамической вязкости. Далее, проводится корректировка полученных значений для снижения дополнительной погрешности от влияния температуры и других факторов, после чего, формируются выходные сигналы (аналоговый тока и цифровой), а также отображает на дисплее значение плотности в  $\text{кг/м}^3$  и/или вязкости в  $\text{мПа}\cdot\text{с}$ .

Плата индикации и управления плотномера-вискозиметра исполнения **СМАРТ-х-х.4хх** содержит жидкокристаллический дисплей (см. выше) и кнопки, позволяющие производить операции контроля, настройки и калибровки плотномера-вискозиметра.

Электронный блок плотномера-вискозиметра исполнения **СМАРТ-х-х.1хх** не содержит жидкокристаллический дисплей, манипуляции по настройке и диагностике могут проводиться при помощи кнопок и двухцветного светодиода. Основным средством настройки и диагностики являются цифровые интерфейсы HART или RS-485.

Встроенное программное обеспечение (далее по тексту - ПО) является неотъемлемой частью плотномера-вискозиметра. Подтверждение метрологических характеристик ПО производится при поверке плотномера-вискозиметра. ПО записывается в постоянное запоминающее устройство микроконтроллера плотномера-вискозиметра на этапе производства. Цифровой идентификатор ПО контролируется при программировании. В процессе эксплуатации доступ к идентификатору не предусмотрен.

ПО плотномера-вискозиметра защищено от преднамеренных и непреднамеренных изменений следующими защитными мерами:



- пломбами изготовителя и поверителя;
- отсутствием в протоколе обмена команд считывания кода ПО с целью его изменения;
- изменение кода (перепрограммирование) для плотномера-вискозиметра осуществляется только при подключении внешнего программатора к специальному разъему на плате и невозможно без вскрытия корпуса и нарушения пломбировки.

Программа «СМАРТМОН» является внешним ПО и предназначена для удалённого контроля измеренных значений плотности и/или вязкости.

Корпус электронного блока в зависимости от исполнения имеет от 1 до 2 сальниковых кабельных ввода.

Подключение внешних электрических цепей осуществляется:

- для исполнений с сальниковыми вводами – зажимами на клеммных колодках на монтажной плате (рисунок Е.1 и Е.2);
- для исполнений с разъемами – пайкой или зажимами на кабельной части разъемов.

Линии питания 12-28 В и выходного сигнала 4-20 мА могут быть выполнены любым типом экранированного кабеля с жилами сечением от 0,12 мм<sup>2</sup> (рекомендуется 0,35 мм<sup>2</sup>). Для линий цифрового RS-485 следует применять экранированный кабель типа «витая пара» с жилами сечением от 0,12 мм<sup>2</sup>. Максимальный диаметр кабеля в зависимости от типа кабельного ввода указан в таблице А.2. Схемы подключений указаны в приложении Е на рисунках Е.3 – Е.10.

При комплектации плотномера-вискозиметра кабельными вводами других производителей их характеристики указываются в прилагаемой документации.

## 1.5 Обеспечение взрывозащищённости

**1.5.1** Плотномеры-вискозиметры **СМАРТ-х-х-х-Ех...** и **СМАРТ-х-х-х-Вн...** взрывозащищенных исполнений предназначены для установки соответственно во взрывоопасных зонах классов «0», «1» и «2» помещений и наружных установок в которых присутствуют или могут образоваться взрывоопасные смеси горючих газов или паров с воздухом согласно ГОСТ ИЕС 60079-10-1-2013, ГОСТ ИЕС 60079-14-2013, «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ гл.7.3) и других директивных документов, регламентирующих правила применения электрооборудования во взрывоопасных зонах, при этом **СМАРТ-х-х-х-Вн...** может устанавливаться с размещением погружной части в зоне «0».

**1.5.2** Взрывобезопасность плотномеров-вискозиметров **СМАРТ-х-х-х-Ех...** с видом взрывозащиты «i» - *искробезопасная цепь* достигается в соответствии с ГОСТ 31610.11-2014 (ИЕС 60079 11:2011) за счет ограничения максимального входного тока и максимального входного напряжения в его электрических цепях до искробезопасных значений, представленных в таблице 1, а также за счет выполнения конструкции всего прибора в соответствии с требованиями ГОСТ 31610.0-2019 (ИЕС 60079-0:2017).

Таблица 1 – Параметры искробезопасных цепей плотномеров-вискозиметров

Цепи и выходные сигналы	Максимальное входное напряжение, U <sub>i</sub> , В	Максимальный входной ток, I <sub>i</sub> , мА	Максимальная входная мощность P <sub>i</sub> , Вт	Максимальная внутренняя емкость C <sub>i</sub> , мкФ	Максимальная внутренняя индуктивность L <sub>i</sub> , мГн
Питание	24	50	1,20	0,02	0,2
RS-485	6,8	93	0,64	0,02	0,2
4-20 мА	24	23	0,55	0,02	0,2
4-20 мА и HART	24	23	0,55	0,02	0,2
Реле	24	50	1,20	0,02	0,2

**1.5.3** Ограничение тока и напряжения в электрических цепях плотномеров-вискозиметров **СМАРТ...-Ех** до искробезопасных значений (знак «X» в маркировке взрывозащиты) достигается за счет их обязательного функционирования в комплекте с барьерами (блоками) искрозащиты в соответствии с требованиями ГОСТ ИЕС 60079-14-2013.

**1.5.4** Взрывобезопасность плотномеров-вискозиметров **СМАРТ-х-х-х-Вн...** достигается в соответствии с ГОСТ 31610.0-2019 (ИЕС 60079-0: 2017), заключением всех

токоведущих частей в корпус, имеющий вид взрывозащиты «d» - **взрывонепроницаемая оболочка** по ГОСТ IEC 60079-1-2013, исключающую передачу взрыва внутри корпуса в окружающую взрывоопасную среду.

Взрывонепроницаемость оболочек должна обеспечиваться исполнением деталей и их соединением с соблюдением параметров взрывозащиты по ГОСТ IEC 60079-1-2013. На чертеже средств взрывозащиты в приложении "Г" показаны сопряжения деталей, обеспечивающих указанный вид взрывозащиты с указанием их допустимых параметров.

Взрывонепроницаемость ввода кабеля должна обеспечиваться путем фиксации их эластичным уплотнением соответствующих размеров.

Все токоведущие и заземляющие зажимы должны быть предохранены от самоотвинчивания пружинными шайбами.

Погружная часть плотномера-вискозиметра при базовом исполнении зонда выдерживает давление рабочей среды до 20 МПа, при удлинённом зонде до 10 МПа, при гибком исполнении удлинителя зонда до 2,0 МПа.

Знак «X» в маркировке взрывозащиты плотномеров-вискозиметров **СМАРТ-х-х-Вн...** указывает на особые условия применения:

- температура рабочей среды должна находиться в пределах от минус 40°C до +80°C, для температурного класса взрывозащиты **T6**;
- температура рабочей среды должна находиться в пределах от минус 70°C до +200°C, для температурного класса взрывозащиты **T3**.

Остальные данные приведены в маркировке и паспорте.

**1.5.5** Максимальная температура наружной поверхности плотномеров-вискозиметров при температуре окружающей среды 80 °C должна соответствовать температурному классу T6 по ГОСТ 31610.0-2019 (IEC 60079-0:2017).

**1.5.6** Выбор, монтаж и эксплуатация плотномеров-вискозиметров **во взрывоопасных зонах** должны производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 31610.0-2019 (IEC 60079-0:2017), ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079 11:2011), ГОСТ IEC 60079-14-2013 и других нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

**1.5.7** Эксплуатация плотномеров-вискозиметров разрешается только при наличии инструкции по технике безопасности, утвержденной руководителем предприятия-потребителя и учитывающей специфику применения прибора в конкретном технологическом процессе.


## **1.6 Маркировка и пломбирование**

**1.6.1** На поверхность корпуса плотномеров-вискозиметров исполнения **СМАРТ-х-х.4xx** крепиться табличка, а исполнения **СМАРТ-х-х.1xx** приклеивается этикетка или наносится лазерная гравировка со следующими данными:

- наименование предприятия-изготовителя;
- знак утверждения типа;
- наименование и исполнение плотномера-вискозиметра;
- напряжение питания;
- степень защиты (IP) по ГОСТ 14254;
- вид и диапазон измеряемого параметра/параметров;
- тип выходного сигнала/сигналов;
- знак обращения на рынке;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- дата выпуска;
- другие данные, требуемые полученными сертификатами и декларациями соответствия.

**1.6.2** На боковую поверхность корпуса плотномеров-вискозиметров исполнения **СМАРТ-х-х.4xx** взрывозащищенного исполнения должна дополнительно крепиться табличка с маркировкой взрывозащиты по ГОСТ 31610.0-2019 (IEC 60079-0:2017):


- на плотномер-вискозиметр **СМАРТ-х-х-Ex... - 0Ex ia IIC «T6...T3» Ga X**,

- на плотномер-вискозиметр **СМАРТ-х-х-Вн... - IEx db ИС «Т6...Т3» Gb X**;
- специальный знак взрывобезопасности  в соответствии с ТР ТС 012/2011;
- наименование или знак органа по сертификации и номер сертификата соответствия;
- единый знак ЕАС обращения продукции на рынке государств - членов Таможенного союза.

На поверхность корпуса плотномеров-вискозиметров исполнения **СМАРТ-х-х.1xx** маркировка взрывозащиты наносится лазерной гравировкой.

**1.6.3** На заднюю крышку корпуса электронного блока плотномеров-вискозиметров исполнения **СМАРТ-х-х.4xx** должна наноситься предупредительная надпись: **«ОТКРЫВАТЬ, ОТКЛЮЧИВ ОТ СЕТИ»**.

**1.6.4** На поверхность элемента, предназначенного для присоединения плотномера-вискозиметра к процессу (элемент, предназначенный под ключ, поверхность фланца и пр.) должна наноситься метка, указывающая положение лопаток камертона (направление потока).

**1.6.5** На поверхность корпуса электронного блока плотномеров-вискозиметров исполнения **СМАРТ-х-х.4xx** около винта подключения заземления должен наноситься рельефный знак «».

**1.6.6** Корпус электронного блока может пломбироваться службой предприятия для защиты от несанкционированного доступа на объекте.

## **1.7 Упаковка**

**1.7.1** Упаковка должна обеспечивать сохранность плотномеров-вискозиметров при хранении и транспортировании. На камертон первичного преобразователя должна надеваться защитная втулка.

**1.7.2** Упаковка должна производиться в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха  $25 \pm 5$  °С и относительной влажности воздуха до 80 % при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей.

**1.7.3** Консервация должна обеспечиваться помещением плотномеров-вискозиметров в заваренный чехол из полиэтиленовой пленки.

**1.7.4** Плотномеры-вискозиметры в чехлах должны укладываться в транспортную тару – ящики или коробки, из дерева, картона или пластика. Свободное пространство тары заполняется амортизационным материалом.

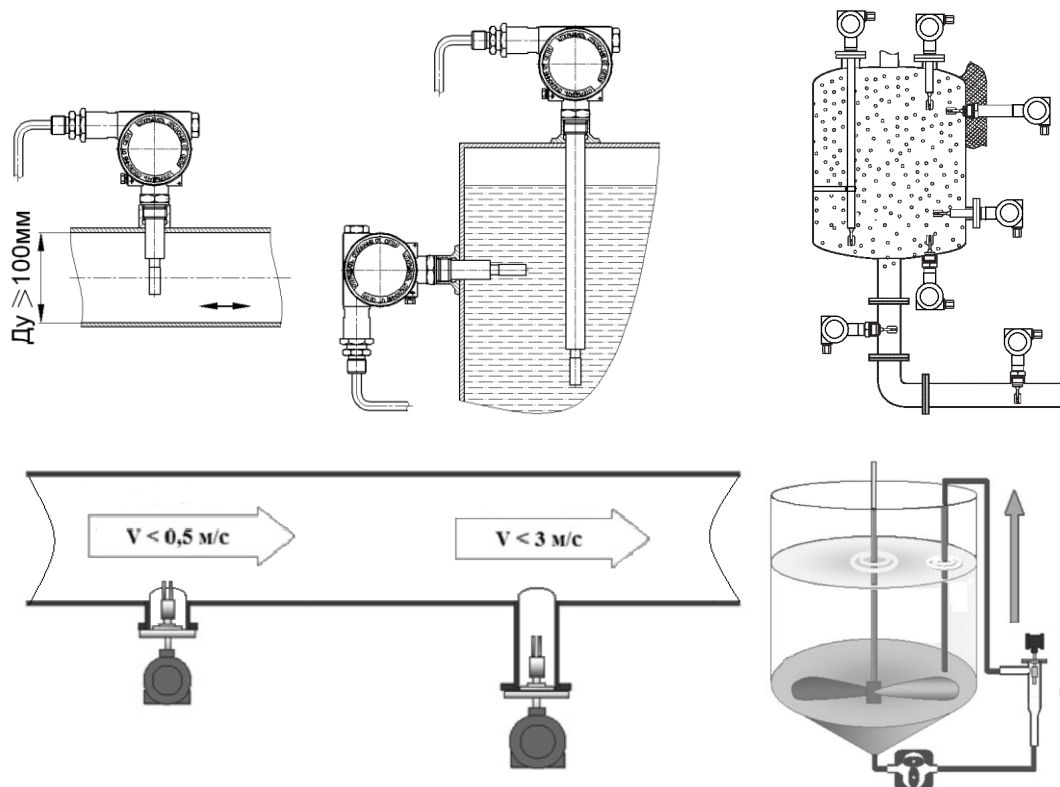
Эксплуатационная и товаросопроводительная документация должна вкладываться в плечичный заваренный чехол и помещаться на верхний слой амортизационного материала.

## **2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ**

### **2.1 Общие указания**

К монтажу и эксплуатации плотномера-вискозиметра допускается только квалифицированный персонал, ознакомленный с эксплуатационной и соответствующей нормативной документацией при наличии инструкции по технике безопасности, утвержденной руководителем предприятия-потребителя и учитывающей специфику их применения в конкретном технологическом процессе.

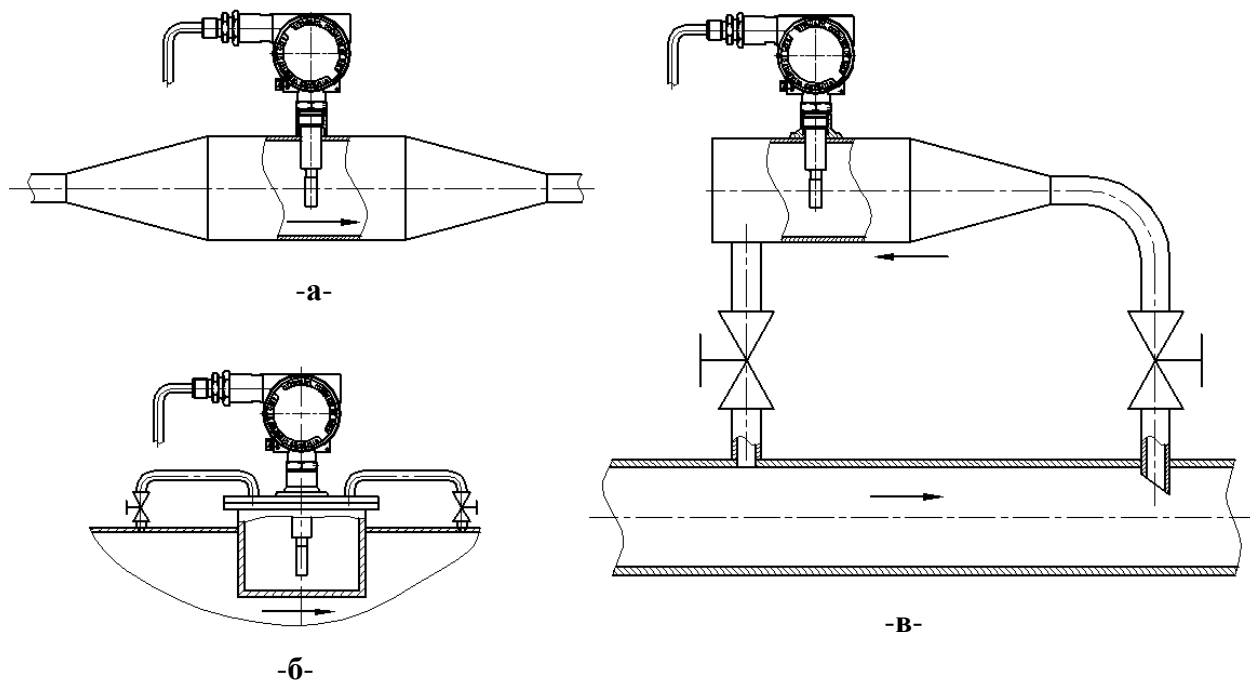
**2.1.1** Плотномеры-вискозиметры устанавливаются на емкости и трубопроводы одним из способов, представленных на рисунке 2 (см. п.п.2.4). Варианты присоединения представлены в приложении А, руководства. При установке плотномера-вискозиметра с длиной погружной части «*L*» более 600 мм в емкости с жидкой средой необходимо принять меры по ограничению силового воздействия при ее перемещении, например путем закрепления преобразователя кронштейном.



**Рисунок 2 – Варианты монтажа плотномеров**

**2.1.2** Плотномеры-вискозиметры устанавливаются на трубопроводы с внутренним диаметром не менее 100 мм и скоростью потока до 0,5 м/сек для жидких сред и, соответственно, 70 мм и 5 м/сек для газообразных. При меньших диаметрах трубопровода или больших скоростях потока плотномеры следует устанавливать в расширителях или байпасах (ответвителях) по рисунку 3а и 3в, понижающих скорость потока до вышеуказанных значений.

Варианты с вентилями предпочтительны, т.к. помимо регулировки скорости потока возможно проведение техобслуживания плотномеров без перекрытия основного трубопровода.



-а- в расширителе; -б- в стакане на трубе большого диаметра; -в- в байпасе

**Рисунок 3 – Установка плотномеров на трубопроводах**

**2.1.3** При выборе модели и исполнения плотномера для конкретных условий следует руководствоваться приложением А.

**2.1.4** При эксплуатации плотномеров-вискозиметров следует учитывать, что показания жидкокристаллического дисплея при температуре окружающего воздуха ниже минус 30 °С могут быть не видны.

**2.1.5** При установке плотномеров-вискозиметров в байпасе для снижения влияния температуры окружающего воздуха на температуру среды рекомендуется байпас и прилегающий участок трубопровода покрыть теплоизоляцией.

**2.1.6** На трубопроводах большого диаметра плотномеров-вискозиметров могут устанавливаться в вварные стаканы, как показано на рисунке 3.б.

**2.1.7** При установке теплоизоляции на электронном блоке необходимо принять меры против конденсации влаги.

**2.1.8** При получении плотномеров-вискозиметров следует установить сохранность тары. В случае ее повреждения следует составить акт.

**2.1.9** В зимнее время плотномеры-вискозиметры следует распаковывать после выдержки не менее 12 часов в отапливаемом помещении.

**2.1.10** Проверить комплектность в соответствии с паспортом

**2.1.11** В паспорте рекомендуется указать дату ввода в эксплуатацию, номер акта и дату его утверждения руководством предприятия-потребителя.

В паспорт рекомендуется включать касающиеся эксплуатации данные: периодический контроль, имевшие место неисправности, и т.п.

Следует сохранить паспорт, так как он является документом при предъявлении рекламаций предприятию-изготовителю.

**2.1.12** При получении плотномера-вискозиметра рекомендуется провести входной контроль его технического состояния и завести на него свой формуляр, в котором должны быть указаны: наименование и номер изделия, наименование предприятия, его поставившего. В формуляр следует включать данные, касающиеся эксплуатации, например: дата установки; наименование организации, установившей плотномер-вискозиметр; место установки с приложением эскиза и основными монтажными размерами, записи по обслуживанию с указанием имевших место неисправностей и их причин; производственного ремонта и времени, когда эти работы были произведены.

Предприятие-изготовитель заинтересовано в получении информации о работе плотномеров-вискозиметров и возникших неполадках с целью улучшения качества изделия.

## **2.2 Указание мер безопасности**

**2.2.1** По способу защиты человека от поражения электрическим током плотномеры-вискозиметры относятся к классу III по ГОСТ Р МЭК 536-94 (питание от источника безопасного сверхнизкого напряжения).

**2.2.2** Электрический монтаж плотномеров-вискозиметров должен производиться в соответствии со схемами подсоединения внешних электрических цепей (приложение Е). Заделку кабеля следует проводить при отключенном питании.

**2.2.3** Не допускается применение плотномеров-вискозиметров для сред, агрессивных по отношению к материалам, контактирующим с измеряемой средой.

**2.2.4** Монтаж и эксплуатация плотномеров-вискозиметров **СМАРТ-х-х-х-Вн...** и **СМАРТ-х-х-х-Ех...** должны производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0:1998), ГОСТ 30852.1-2002 (МЭК 60079-1:1998), ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999) и других нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

**2.2.5** Монтаж и эксплуатация плотномеров-вискозиметров допускается только при наличии инструкции по технике безопасности, утвержденной руководителем предприятия-потребителя и учитывающей специфику их применения в конкретном технологическом процессе.

**ВНИМАНИЕ!** При монтаже необходимо оберегать камертон погружной части от любой механической нагрузки!

## **2.3 Обеспечение взрывозащищенности при монтаже.**

**2.3.1** Плотномер-вискозиметры **СМАРТ-х-х.х-Вн...** и **СМАРТ-х-х.х-Ех...** могут устанавливаться во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок, где присутствуют или могут образоваться взрывоопасные смеси горючих газов или паров с воздухом. В соответствии с ГОСТ 30852.13-2002 (МЭК 60079-14:1996) плотномер-вискозиметры **СМАРТ-х-х.х-Ех...** предназначены для использования в зоне класса «0» по ГОСТ 30852.9-2002 (МЭК 60079-10:1995), а плотномер-вискозиметры **СМАРТ-х-х.х-Вн...** - в зоне класса «1» с возможностью размещения погружной части первичного преобразователя в зоне «0».

При монтаже следует руководствоваться следующими документами:

– ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0:1998), ГОСТ 30852.1-2002 (МЭК 60079-1:1998), ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999), ГОСТ 30852.13-2002 (МЭК 60079-14:1996);

– нормативными документами, регламентирующими установку и эксплуатацию электрооборудования во взрывоопасных зонах;

– настоящим РЭ и другими нормативными документами, действующими на предприятии.

**2.3.2** Перед монтажом плотномер-вискозиметры необходимо осмотреть. При этом необходимо проверить маркировку по взрывозащите и крепящие элементы, а также убедиться в целостности корпусов.

**2.3.3** При монтаже плотномера-вискозиметра **СМАРТ-х-х.х-Вн...** необходимо проверить состояние взрывозащитных поверхностей деталей, подвергаемых разборке (повреждения не допускаются). Резьбовые соединения должны быть свинчены на полную длину и застопорены.

**2.3.4** К плотномеру-вискозиметру **СМАРТ-х-х.х-Вн...** должен подводиться кабель наружного диаметра, соответствующего типу кабельного ввода и штатному уплотнению, указанному в приложении Г.

Кабель должен уплотняться тщательным образом, т.к. от этого зависит взрывонепроницаемость вводного устройства. При этом должны применяться уплотнения только соответствующего типоразмера. Момент затяжки штуцера 60 Нм.

**2.3.5 ВНИМАНИЕ! Корпус** плотномера-вискозиметра **СМАРТ-х-х.х-Вн...** должен быть заземлен!

По окончании монтажа необходимо проверить сопротивление заземления. Оно не должно превышать 4 Ом. Также необходимо проверить сопротивление изоляции между объединенными электрическими цепями и корпусом плотномера (не менее 20 МОм).

**2.3.6** Электрическое питание плотномера-вискозиметра **СМАРТ-х-х.х-Ех...** напряжением постоянного тока ( $12 \div 28$  В) должно осуществляться от искробезопасных цепей барьеров (блоков) искрозащиты (см. п. 1.5.2), имеющих вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» с уровнем искробезопасной электрической цепи «ia» для взрывоопасных смесей подгруппы ПС, при этом для линии питания и аналогового сигнала напряжение холостого хода  $U_{xx}$  меньше или равно 24 В, ток короткого замыкания  $I_{кз}$  меньше или равен 120 мА, а для линий цифровых выходных сигналов соответственно 6,8 В и 680 мА. Допустимые электрические параметры внешней нагрузки барьеров (блоков) должны быть не менее суммарной индуктивности и емкости соединительной линии и плотномера.

Электрическое питание плотномеров-вискозиметров **СМАРТ-х-х.х-Ех...** может осуществляться только от входов барьера типа «Корунд» и других.

## **2.4 Порядок установки**

**2.4.1** При выборе места установки плотномеров-вискозиметров необходимо учитывать следующее:

– место установки должно обеспечивать удобные условия для обслуживания и демонтажа;

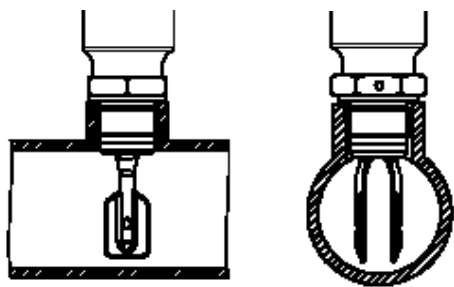
– температура и относительная влажность окружающего воздуха должны соответствовать значениям, указанным в п.1.2.24, 1.2.25;

– внешняя среда не должна содержать примесей, вызывающих коррозию деталей плотномера;

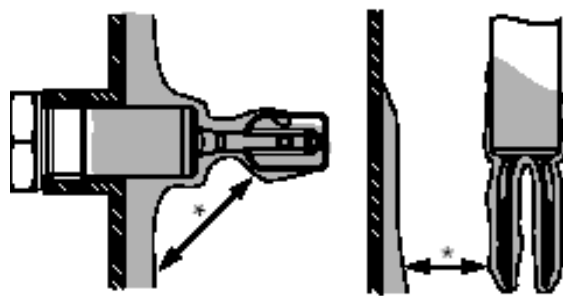
– параметры вибрации не должны превышать значения, приведенные в п.1.2.26.

При эксплуатации плотномера-вискозиметра необходимо исключить накопление конденсата или налипающих фракций на лопатках камертона, иначе показания будут недостоверны.

**2.4.2** При установке плотномеров-вискозиметров в трубопроводах следует ориентировать лопатки вдоль потока (рисунок 4).



**Рисунок 4**



**Рисунок 5**

**2.4.3** При установке в емкости лопатки плотномера-вискозиметра должны полностью выступать внутрь и ориентироваться вертикально. При установке следует учитывать возможность налипания на лопатки вязких фракций. Для исключения влияния налипания следует увеличить дистанцию от камертона до стенок емкости (рисунок 5).

**ВНИМАНИЕ!** При налипании на камертон, показания плотномера-вискозиметра могут стать недостоверными.

**2.4.4** Плотномеры-вискозиметры с резьбовым креплением может устанавливаться на уплотнительное кольцо 024-028-25.2.2(7) ГОСТ 9833-73, ленту ФУМ или медное кольцо.

**2.4.5** При необходимости обеспечения удобства визуального наблюдения за показаниями индикатора допускается после установки плотномера-вискозиметра поворот электронного блока на угол  $\pm 180^\circ$ .

**2.4.6** При прокладке линии связи (также см. п.п.1.4.1) рекомендуется применять кабели с резиновой или пластмассовой изоляцией с сечением скрученной жилы от 0,12 мм<sup>2</sup> (рекомендуется 0,35 мм<sup>2</sup>).

Рекомендуется применять экранированный кабель с изолирующей оболочкой или витой парой при нахождении вблизи мест прокладки линии связи электроустановок мощностью более 0,5 кВт.

**2.4.7** Источник питания должен выдерживать испытательное напряжение при проверке электрической прочности изоляции 1,5 кВ и иметь сопротивление изоляции не менее 40 МОм.

Пульсация (двойная амплитуда) выходного напряжения источника питания не должна превышать 0,5% от номинального значения выходного напряжения, при частоте гармонических составляющих, не превышающей 500 Гц.

**2.4.8** Подключить плотномер-вискозиметр по соответствующей схеме из приложения Е.

**2.4.9** По окончании монтажа закрыть и застопорить (зафиксировать проволокой, для СМАРТ-х-х-х-Вн... – скобой и опломбировать) крышки плотномера-вискозиметра.

## **2.5 Обеспечение взрывозащищенности при эксплуатации**

**2.5.1** К эксплуатации плотномеров-вискозиметров СМАРТ-х-х-х-Вн... и СМАРТ-х-х-х-Ех... должны допускаться лица, изучившие настоящее РЭ и прошедшие необходимый инструктаж.

**2.5.2** При эксплуатации плотномеров-вискозиметров необходимо выполнять все мероприятия в полном соответствии с разделом 2.3.

**2.5.3** При эксплуатации плотномеры-вискозиметры должны подвергаться систематическому внешнему и профилактическому осмотрам.

1) При внешнем осмотре необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- прочность крепления крышек электронного преобразователя;
- отсутствие обрыва или повреждения изоляции соединительного кабеля;

- надежность присоединения кабеля;
- отсутствие утечки по присоединению плотномера к процессу;
- величину сопротивления заземляющих проводов;
- отсутствие следов конденсации влаги на корпусе электронного блока под теплоизоляцией, а также состояние последней (при ее наличии);
- отсутствие вмятин и видимых механических повреждений, а также пыли и грязи на корпусе.

Эксплуатация плотномеров-вискозиметров с повреждениями и неисправностями категорически запрещается.

При повреждении смотрового стекла плотномера-вискозиметра подлежит замене крышка в сборе.

2). Периодичность профилактических осмотров с отключением от соединительных цепей и демонтажем плотномеров-вискозиметров устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже двух раз в год.

При профилактическом осмотре должны быть все выполнены вышеуказанный внешний осмотр и дополнительно выполнены следующие работы:

- чистка клеммной колодки от пыли и грязи;
- проверка сопротивления изоляции электрических цепей плотномера-вискозиметра относительно корпуса. Проверка сопротивления изоляции производится при помощи мегаомметра с номинальным напряжением 100 В. Величина сопротивления изоляции должна быть не менее 20 МОм при температуре окружающего воздуха  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$  и относительной влажности не более 80 %;
- чистка камертона от грязи и отложений;
- замена уплотнений крышек (при потере эластичности) – кольца 070-075-30.02.05 ГОСТ 9833-73.

2.5.4 После профилактического осмотра производится монтаж и подключение отсоединенных цепей в соответствии с разделом 2.4.

## 2.6 Использование изделия

Включение плотномера-вискозиметра в работу.

2.6.1 Перед включением плотномера-вискозиметра убедиться в соответствии его установки и монтажа указаниям, изложенным в разделе 2.4 настоящего РЭ.

2.6.2 Подать питание на плотномер-вискозиметр и выдержать в течении 1 минуты. Прибор готов к работе.

## 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Техническое обслуживание плотномера-вискозиметра заключается, в основном, в периодической очистке камертона, контактов и клемм электронного блока от загрязнений, а также проверке работоспособности.

3.2 Очистку камертона следует производить только мягкой щеткой (рисунок 6). При сильных загрязнениях, допускается применение металлической щётки или промывочной жидкостью. **Внимание! Предохраняйте камертон от механических повреждений!**

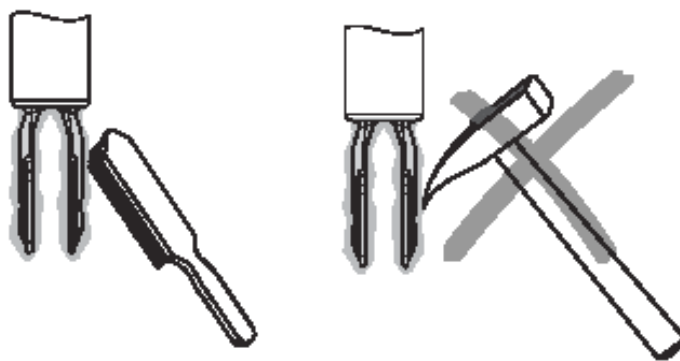


Рисунок 6 – Очистка камертона



**3.3** Проверка работоспособности плотномера-вискозиметра должна производиться при нормальных условиях (при температуре  $23 \pm 1$  °С или указанной для эталонной среды).

Проверка плотномера-вискозиметра с аналоговым и цифровым выходным сигналом производится с подключением по соответствующей схеме (см. рисунки Е.3 - Е.7).

Примечание - программное обеспечение, адаптеры, а также методика поверки поставляются по заказу.

**3.4** Проверка по цифровому выходному сигналу производится в следующем порядке:

- а) собрать соответствующую схему подключения (см. рисунки В.3 ÷ Е.7);
- б) включить питание и выдержать не менее 1 минуты;
- в) на мониторе компьютера должно отобразиться значение плотности, близкое к «1,2» - плотность воздуха;
- г) погрузить камертон первичного преобразователя в жидкость-компаратор – например, дистиллированную воду или жидкость с известной плотностью. На мониторе должно отобразиться значение плотности, близкое к указанному в таблице 1 или плотности жидкости-компаратора.

**Таблица 2** Плотность дистиллированной воды при нормальном давлении

Температура, °С	22	23	24
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	997,8	997,6	997,3

Если показания на мониторе отличаются от вышеуказанных более, чем на заявленную погрешность измерений (см. п.1.2.4), необходимо провести настройку плотномера-вискозиметра.

**3.5** Проверка работоспособности плотномера-вискозиметра по аналоговому выходному сигналу постоянного тока с установленным диапазоном измерений плотности  $\rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\max}$ ,

где: -  $\rho$  – измеряемое значение плотности, кг/м<sup>3</sup>;

- плотности  $\rho_{\min}$  – соответствует ток 4 мА, а  $\rho_{\max}$  – 20 мА.

**3.5.1** Зависимость выходного сигнала  $I$ , мА, от плотности при нормальных условиях в общем виде определяется формулой (3.1).

$$I = 4 + 16 \cdot \frac{\rho - \rho_{\min}}{\rho_{\max} - \rho_{\min}} \quad (3.1)$$

**3.5.2** Проверка плотномера-вискозиметра при  $\rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\max}$ , где  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup> – плотность проверочной среды при нормальных условиях, проводится аналогично п.3.4 при схемах подключения «Е» и съемом показаний с контрольных приборов.

При этом расчетные значения выходного сигнала  $I_p$ , мА для жидкостей определяются по формуле (3.1), где: для воды  $\rho$  – по таблице 1, для эталонной жидкости – по документации производителя. Для воздуха  $\rho \approx 1,22$  кг/м<sup>3</sup>.

Рассчитать отклонение измеренного выходного сигнала  $I_n$  от расчетных значений  $I_p$  по формуле (3.2).

$$\gamma_i = (I_p - I_n) / I_p \cdot 100 \quad (\%) \quad (3.2)$$

Если отклонение равно или превышает погрешность по п.1.2.4, необходимо провести настройку плотномера-вискозиметра.

**3.6** Проверка работоспособности плотномера для газа с диапазоном измерения плотности от  $0 \leq \rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\max} \leq 200$ , кг/м<sup>3</sup> производится по азоту или сухому воздуху с применением таблиц ГСССД 4-78 для азота или ГСССД 8-79 для воздуха в следующем порядке:

- а) собрать установку, показанную на рисунке Д.2 в приложении Д;
- б) собрать схему по рисунку Е.3 ÷ Е.5 и подать питание на плотномер;

в) продуть камеру газом, закрыть входной и выходной вентили и установить давление  $P_0 = 0,1$  МПа и температуру  $T_0 = 20 \pm 0,1$  °С. Давление и температуру контролировать по датчику давления и термопреобразователю;

г) через 1 минуту после установления давления и температуры в камере снять показания:

- при цифровом выходном сигнале - с монитора значение плотности;

- при аналоговом - контрольного прибора  $I_{и1}$ . Значение должно быть  $\approx 4$  мА, точное значение определяется по таблицам и формуле (3.1).

д) подать в камеру давление  $P$ , МПа, равное максимальному рабочему давлению плотномера, закрыть входной вентиль и выдержать до установления температуры внутри камеры  $T_0$ ;

е) снять показания с монитора или контрольного прибора  $I_{и2}$  мА.

ж) рассчитать для данного давления по формуле (4) и ГСССД значение  $I_p$ .

Если показания на мониторе отличаются от табличных более, чем заявленную погрешность измерений или отклонение измеренного выходного сигнала  $I_{и2}$  от расчетного значения  $I_p$  по формуле (4.2) превышает погрешность по п. 1.2.5, плотномер необходимо калибровать.

**3.7** Методика проверки, настройки и калибровки приведена в Приложении Ж.

## **4 ХРАНЕНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ**

**4.1** Плотномеры-вискозиметры могут храниться как в транспортной таре, так и во внутренней упаковке, и без упаковки.

Условия хранения плотномеров-вискозиметров в транспортной таре и во внутренней упаковке – 2 по ГОСТ 15150-69.

Условия хранения плотномеров-вискозиметров без упаковки – 1 по ГОСТ 15150-69.

**4.2** При необходимости утилизации плотномеров-вискозиметров в результате выработки ресурса или появления в процессе эксплуатации дефектов, исключающих возможность восстановления, следует распорядиться изделием в соответствии с местными правилами.

## **5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

Плотномеры-вискозиметры в упаковке транспортируются любым видом закрытого транспорта, в том числе и воздушным транспортом, в отапливаемых герметизированных отсеках в соответствии с правилами перевозки грузов, действующих на каждом виде транспорта.

Способ укладки ящиков на транспортирующее средство должен исключать возможность их перемещения. Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования ящики не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

## **6 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ**

**6.1** Изготовитель гарантирует соответствие плотномера-вискозиметра требованиям технических условий при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

Гарантийный срок эксплуатации плотномера-вискозиметра – 18 месяцев со дня ввода в эксплуатацию, но не более 24 месяцев с момента продажи.

**6.2** При выходе плотномера-вискозиметра из строя в течение гарантийного срока эксплуатации изготовитель должен произвести безвозмездный ремонт или замену их, если неисправность произойдет по вине изготовителя.

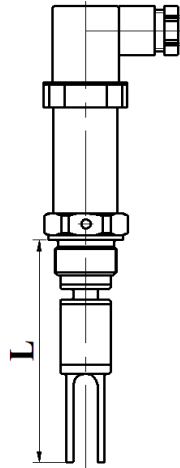
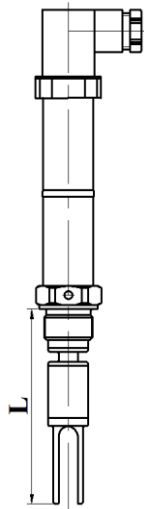
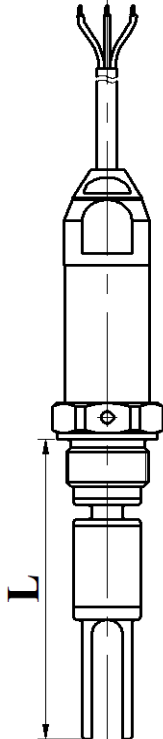
## Приложение А (обязательное)

Таблица А.1 - Запись обозначения при заказе

Плотномер – вискозиметр SMART		_*	_*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Измеряемые параметры		П В											
Плотность*													
Плотность и вязкость		А Б В Г Д											
Погрешность измерения плотности, кг/м³	Погрешность измерения вязкости, %												
0,3	1,0												
0,5	1,0												
1,0	1,0												
2,0	3,0												
5,0	5,0												
Исполнение (в соответствии с таблицей А.2)			0 Ex Вн										
Вид взрывозащиты													
Общепромышленное													
0Ex ia IIC «Т6...Т3» Ga X													
1Ex db IIC «Т6...Т3» Gb X													
Диапазон измерения плотности, кг/м³													
от 0 до 200													
от 420 до 700													
от 620 до 2000													
Заводские диапазоны калибровки вязкости, мПа·с													
не измеряется			1 2 3										
от 0,1 до 10													
от 0,1 до 100													
от 0,1 до 1000													
от 0,1 до 12500													
Тип выходного сигнала			RS 420 420H										
RS-485													
4-20 мА													
4-20 мА, HART													
Материал и покрытие смачиваемой части													
Шток + соединения	Вибропреобразователь	Покрытие	А С D E F G H T U V X Z										
316 нерж. сталь	316 нерж. сталь	Стандартное											
316 нерж. сталь	316 нерж. сталь	Электрополировка											
XN65MBU	XN65MBU	Электрополировка											
XN65MBU	XN65MBU	Стандартное											
316 нерж. сталь	316 нерж. сталь	Тefлоновое (PTFE)											
XN65MBU	XN65MBU	Тefлоновое (PTFE)											
06XH28МДТ	06XH28МДТ	Стандартное											
Титан	Титан	Стандартное											
Hastelloy B2	Hastelloy B2	Стандартное											
304 нерж. сталь	304 нерж. сталь	Стандартное											
304 нерж. сталь	44НХТЮ	Стандартное											
Специальное	Специальное	Специальное											
Типа ввода кабеля (в соответствии с таблицей А.3)													
Присоединения			А В С D E F G H I J K L M N O P Q R S Z										
2" ANSI 150RF													
2" ANSI 300RF													
2" ANSI 600RF													
2" ANSI 900RF													
2" ANSI 1200RF													
2" ANSI 1500RF													
50 мм DIN 2527 RF DN50/PN40													
50 мм DIN 2527 RF DN50/PN100													
Фланцевое по ГОСТ 33259-2015 (таблица В.1)													
2" Ladish Triclamp (Гигиенический, для пищевой пром.)													
3" Ladish Triclamp (Гигиенический, для пищевой пром.)													
2" IDF (Гигиенический, для пищевой пром.)													
3" IDF (Гигиенический, для пищевой пром.)													
40 мм конусный фитинг для установки в бобышку													
DIN 11851 (Гигиенический, для пищевой пром.)													
С накидной гайкой и торцовым уплотнением													
G ¾													
G 1													
G 1 1/2													
Специальное Z													
Длина погружной части, мм													

\* - Измерение вязкости не проводится, погрешность измерения вязкости не нормируется.

Таблица А.2 – Исполнение по моделям плотногомера-вискозиметра

Модели	Температура измеряемой среды, °C	Вид	Масса, не более, кг
100	от минус 40 до плюс 80 (нерж. короткий с разъемом)		1,0
101	от минус 70 до плюс 200		2,0
102	от минус 40 до плюс 80 (нерж. короткий IP68 с кабелем)		2,0

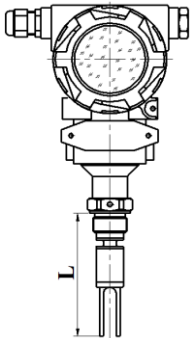
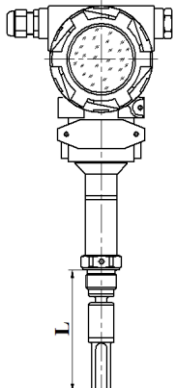
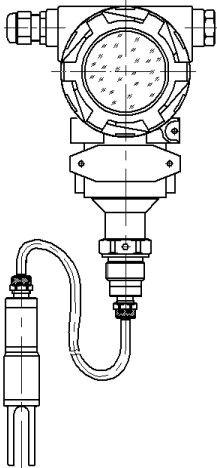
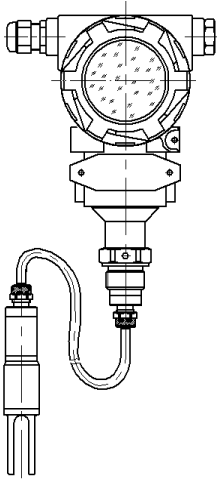
400	от минус 40 до плюс 80		$M=7,9+(L-64) \times 0,0015$
401	от минус 70 до плюс 200		$M=7,9 + (L-64) \times 0,0015$
402	от минус 40 до плюс 80 (с гибким соединением между электронным блоком и вибропреобразователем)		7,9
403	от минус 70 до плюс 200 (с гибким соединением между электронным блоком и вибропреобразователем)		7,9

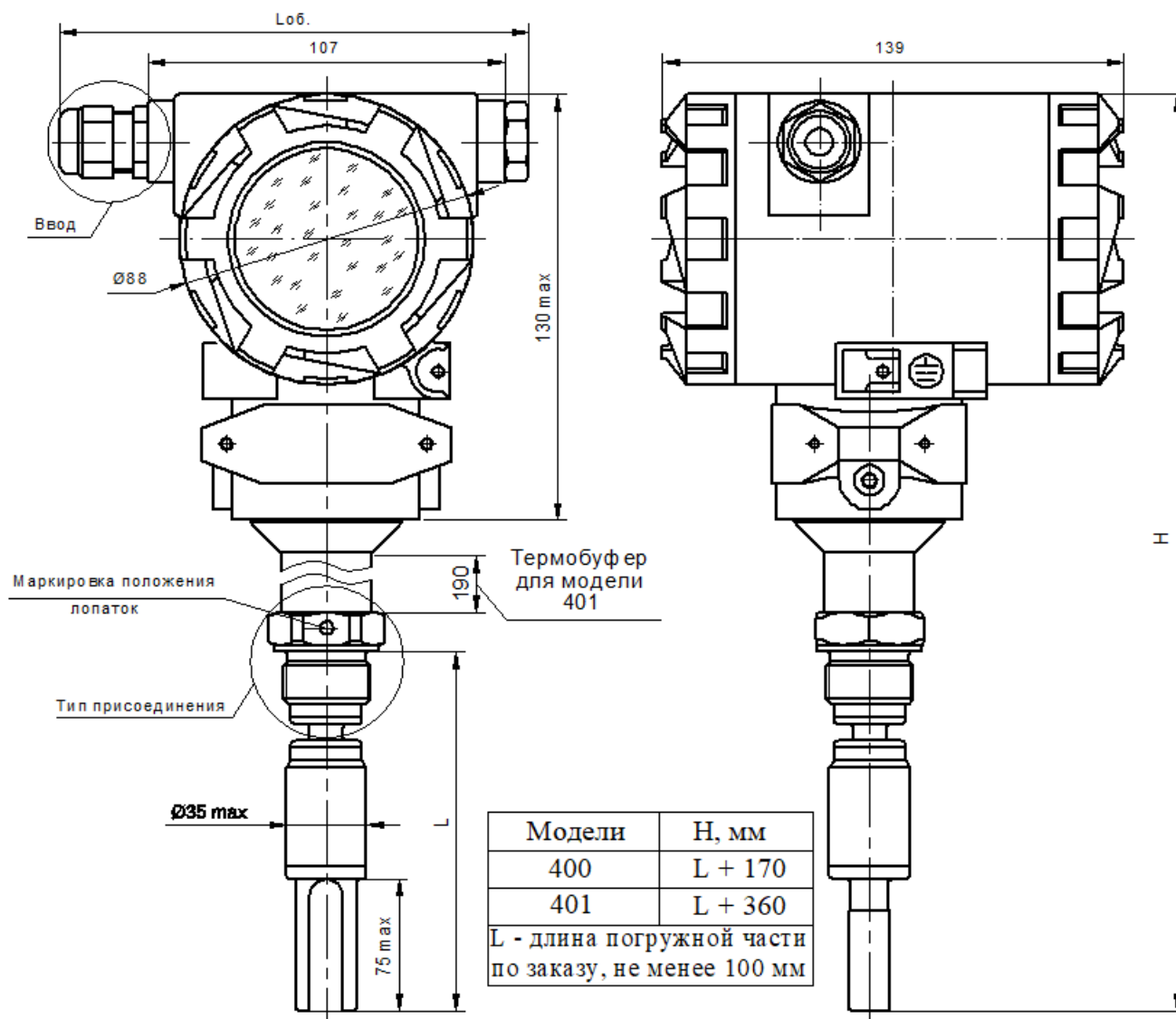
Таблица А.3 – Коды ввода кабеля и разъёмов

Код	Тип электрического соединителя	Диаметр кабеля	Применяемость в исполнениях
C1	Сальниковый ввод	6,5...12,0 мм	4XX 1XX*
C2	Сальниковый ввод КНВ1М(N)/Р (FEC1I(N)/R) для небронированного кабеля	3,0...12,0 мм	
C3	Сальниковый ввод КНЕТН1М(N)G (A2FXR20(1N)) с внешней резьбой G1/2" В	6,0...14,0 мм	
C4	Сальниковый ввод КОВ1М(N)/Р (FECA1I(N)/R) для бронированного кабеля	3,0...12,0 мм	
C3M15	Сальниковый ввод КНВМ1М-15 (FETG11-15) с креплением для металлорукава Ду15 и КК	6,0...12,0 мм	
C3M20	Сальниковый ввод КНВМ1М-20 (FETG11-20) с креплением для металлорукава Ду20 и КК	6,0...12,0 мм	
C5/L	Ввод с кабелем длиной <b>L</b> (м) и резьбой G1/2" для присоединения металлорукава		1XX
C6/L	Ввод с кабелем длиной <b>L</b> (м)		1XX
C7/L	Герметичный ввод IP68 с кабелем длиной <b>L</b> (м)		1XX
P1	Разъем: розетка 2PM14Б4Г1Е1 (вилка каб. 2PM14КПН4Ш1Е1)		1XX, 4XX
P2	Разъем: вилка GSP3M20 (розетка GDM-3011 Ø 8 – 10 мм)		1XX
P3	Разъем: вилка ELST500/12093Sn (розетка ELKA 5012 PG 9 каб. Ø 6 – 8 мм)		1XX

\* Для исполнения **СМАРТ-х-х.1хх-Вн** указывается длина кабеля **l** в виде **CXl**.

## Приложение Б (обязательное)

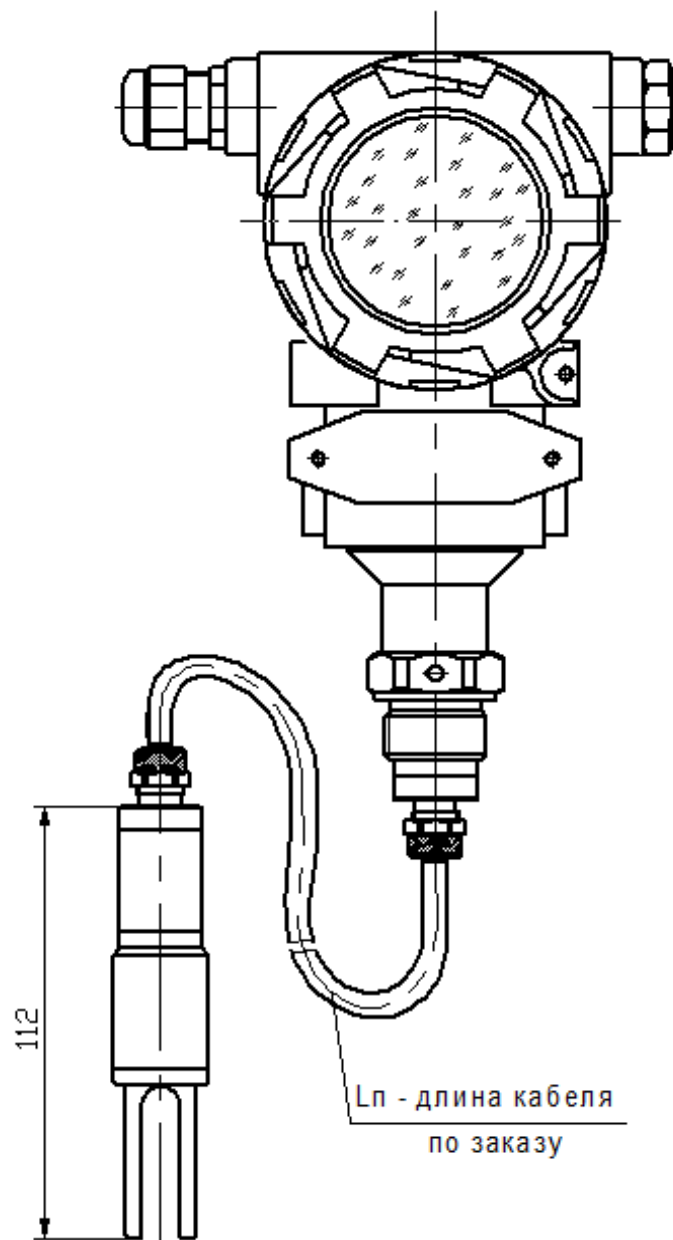
### Габаритные размеры



Тип присоединения см. Приложение В

Кабельные вводы см. Рисунок Б.5

Рисунок Б.1 – Габаритные размеры  
плотномера-вискозиметра модели 400 и 401



Остальные размеры см. Рисунок Б.1

Рисунок Б.2 – Габаритные размеры плотномера-вискозиметра модели 403



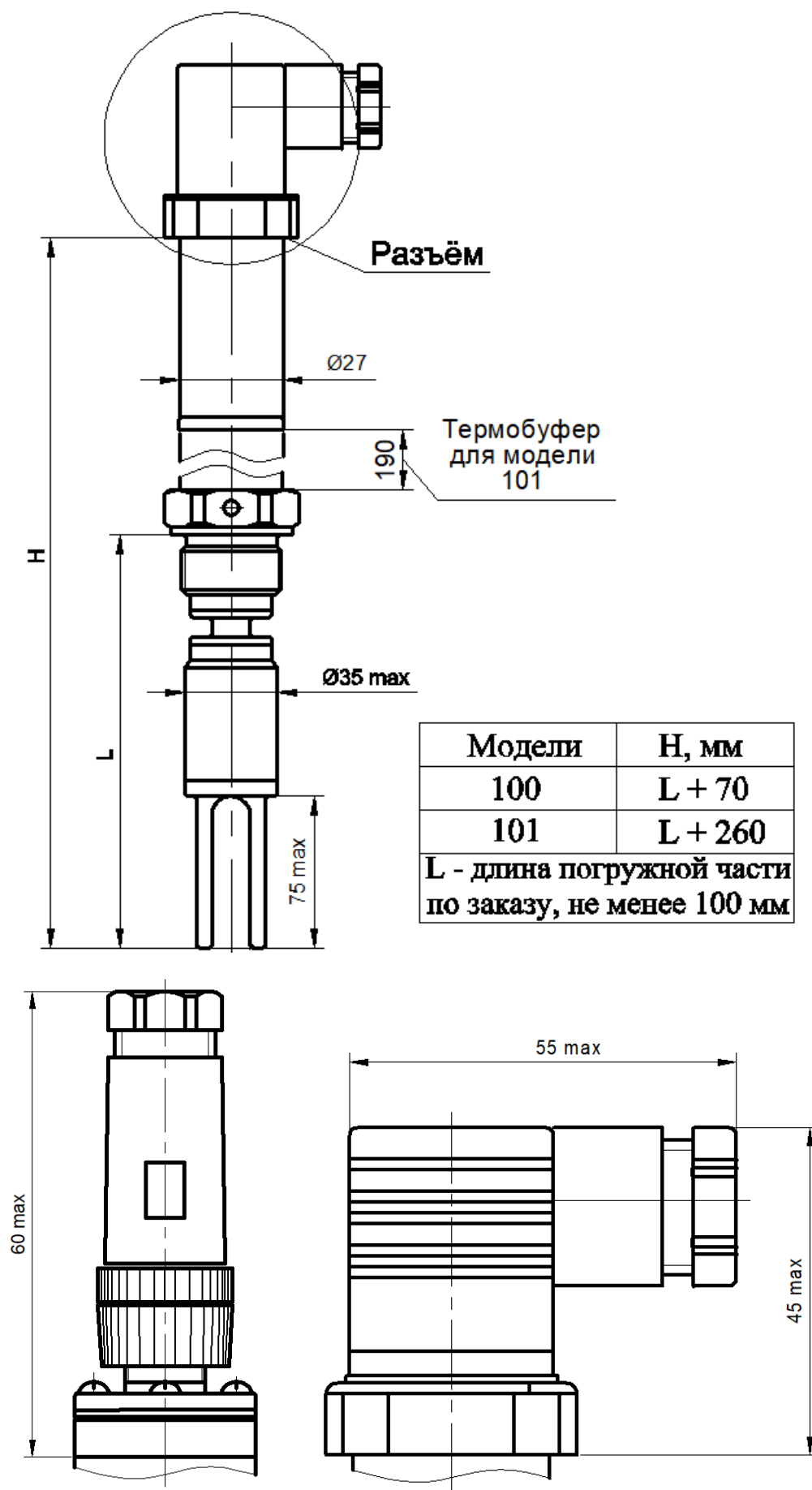
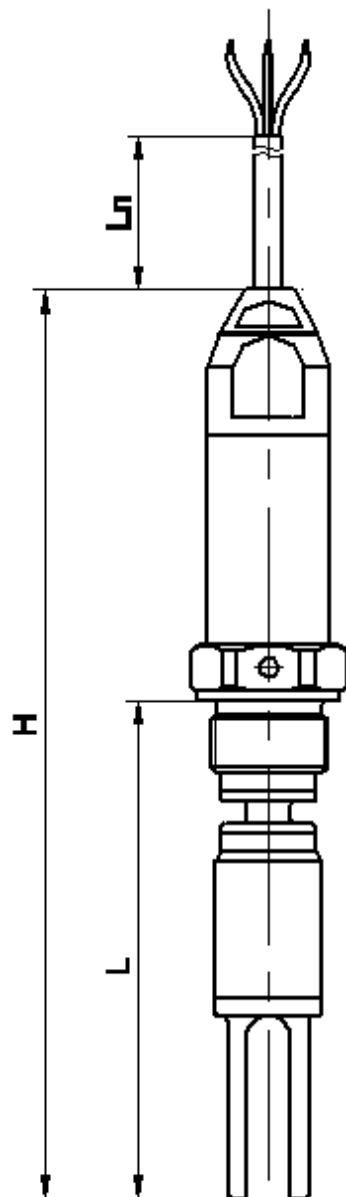


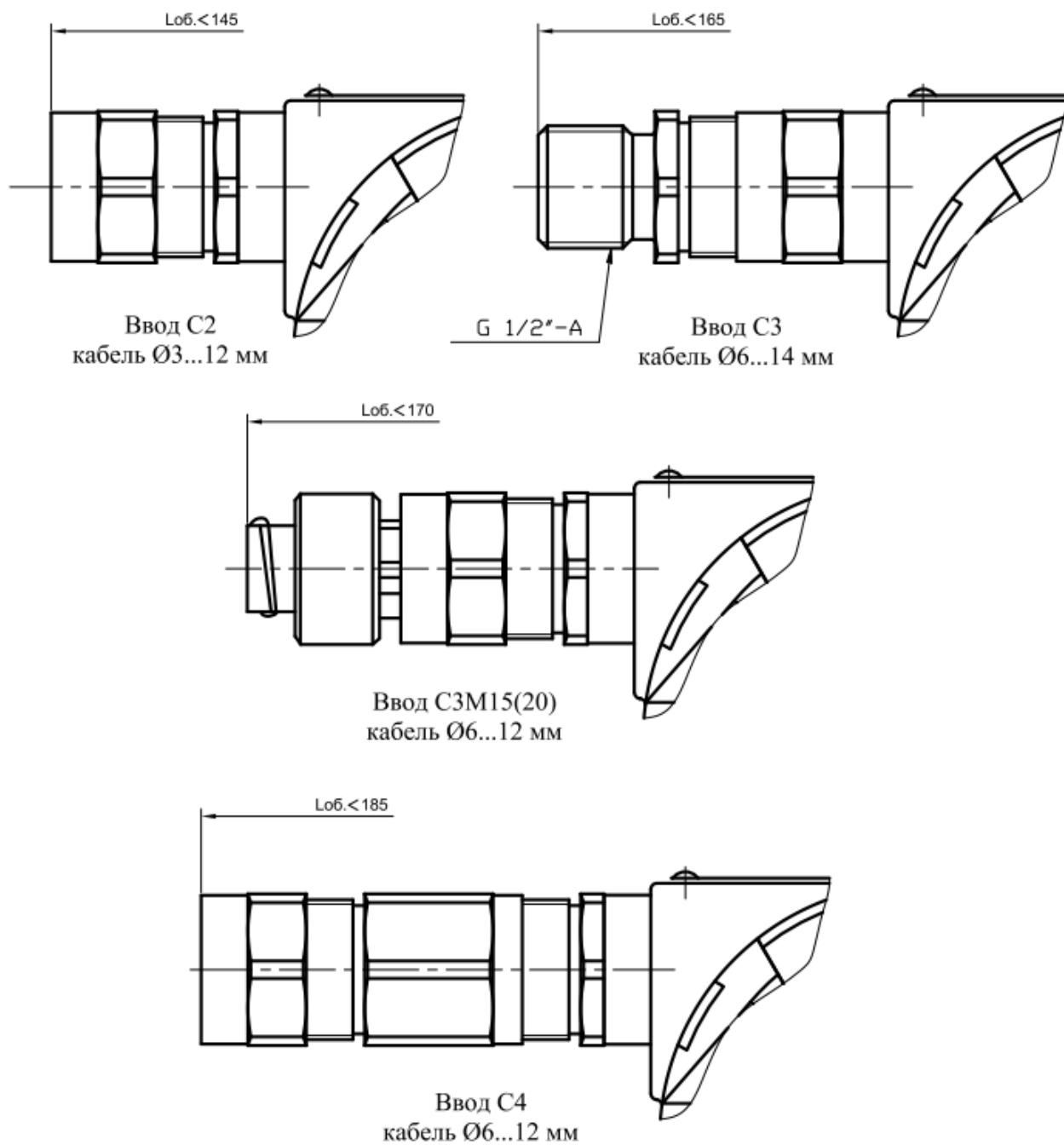
Рисунок Б.3 – Габаритные размеры  
плотномера-вискозиметра модели 100 и 101



Модель	H, мм
103	L + 90
L - длина погружной части по заказу, не менее 100 мм	
Lп - длина кабеля по заказу	

Остальные размеры см. Рисунок Б.3

Рисунок Б.4 – Габаритные размеры  
плотномера-вискозиметра модели 103

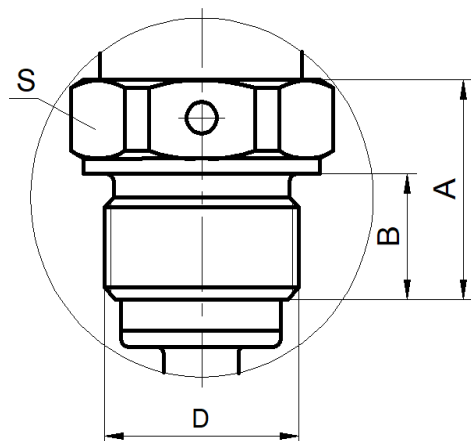


Вместо заглушки по заказу может быть установлен второй однотипный кабельный ввод СХ.

**Рисунок Б.5** – Взрывозащищенные кабельные вводы

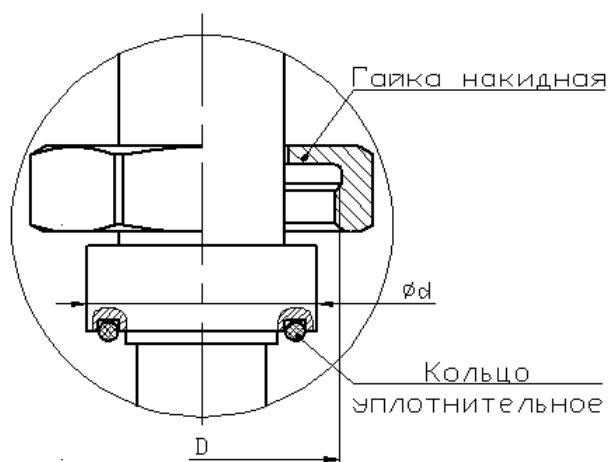
## Приложение В (обязательное)

### Присоединительные размеры



D	S, мм	B, мм	A, мм
G 3/4	32	16	29
G 1	41	18	31
G 1 1/2	46	22	45

Рисунок В.1 – Резьбовое присоединение



D	d, мм
M42x1,5	36
M45x1,5	38
M48x1,5	40

Рисунок В.2 – С накладной гайкой и торцовым уплотнением

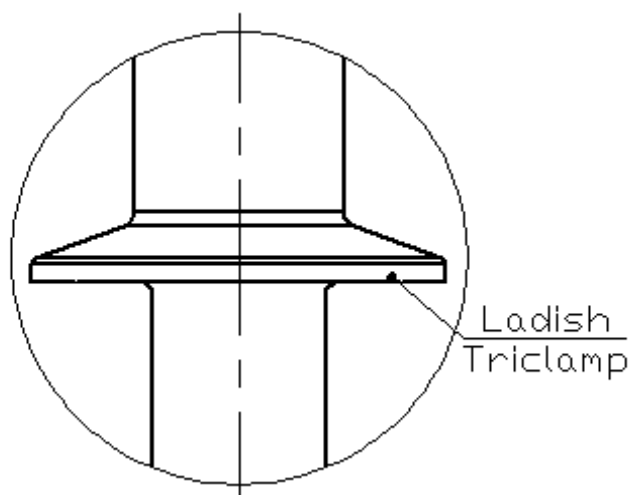


Рисунок В.3 – Гигиеническое соединение Ladish Triclamp

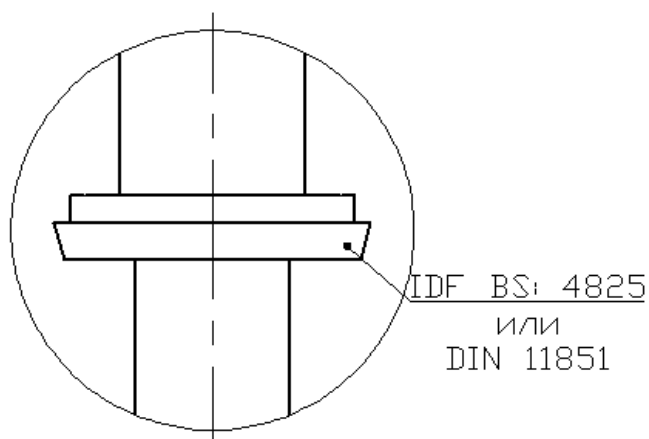


Рисунок В.4 – Гигиеническое соединение IDF BS:4825 или DIN 11851

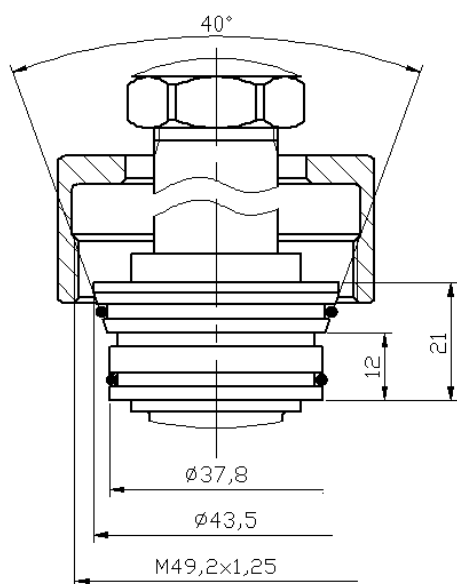


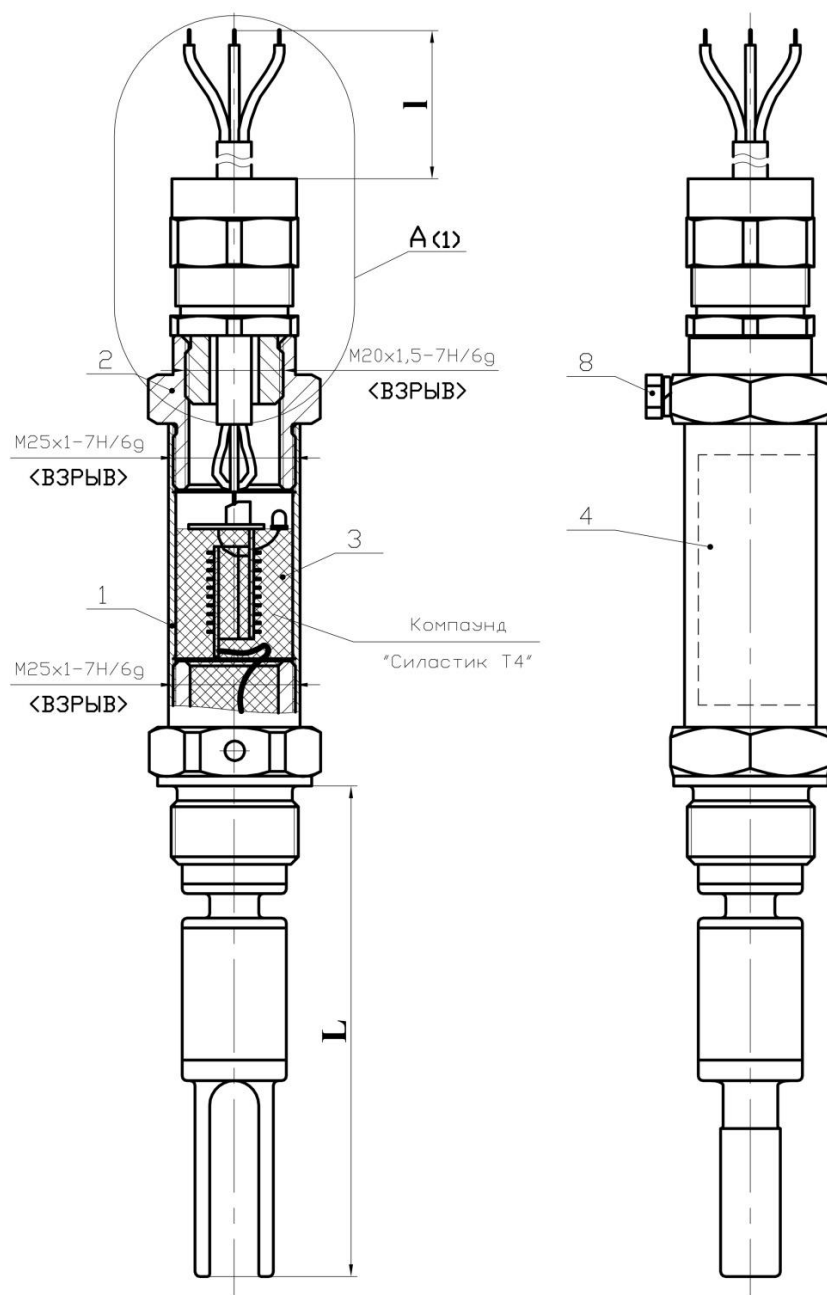
Рисунок В.5 – Конусный фитинг 40 мм

Пример обозначения фланцевого присоединения DN50 PN16,0 с соединительным выступом:  
2-3-1 ГОСТ 33259-2015

Таблица В.1 – Обозначения фланцевого присоединения по ГОСТ 33259-2015

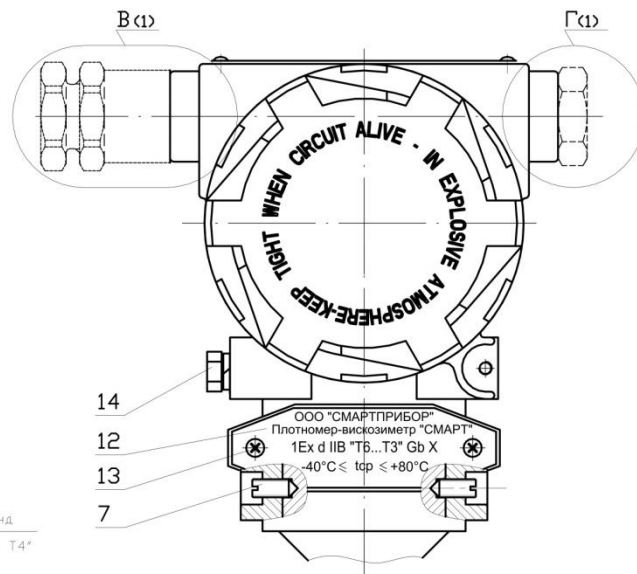
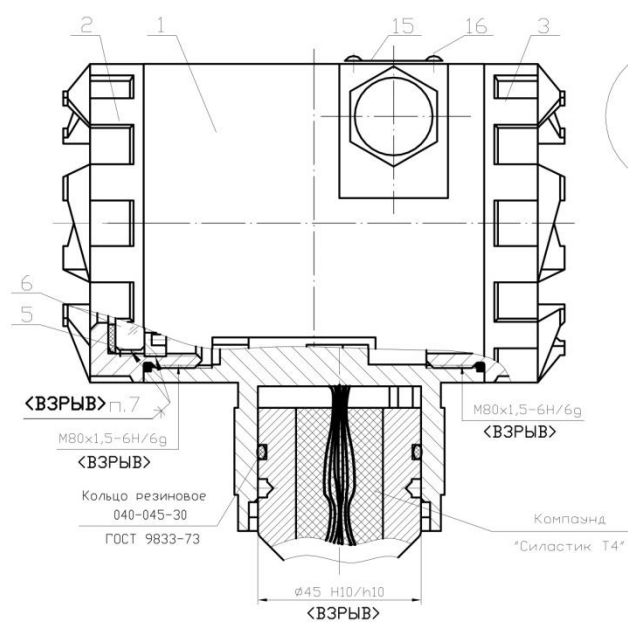
DN		PN, кгс/см <sup>2</sup>		Тип уплотнительной поверхности	
Обозначение при заказе	Значение	Обозначение при заказе	Значение	Обозначение при заказе	Тип
1	25	1	6,0	1	Соединительный выступ
2	50	2	10,0	2	Выступ
3	80	3	16,0	3	Шип
4	100	4	25,0	4	Под прокладку овального сечения
5	125	5	40,0	5	Впадина
6	150	6	63,0		
7	200	7	100,0		
8	250	8	160,0		

**Приложение Г**  
(обязательное)  
**Чертеж средств взрывозащиты**

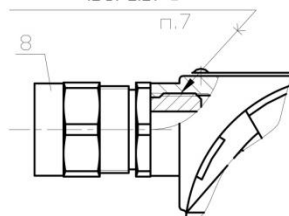


- |                             |                        |                              |
|-----------------------------|------------------------|------------------------------|
| 1. Корпус;                  | 4. Маркировка датчика; | 7. Ввод С4;                  |
| 2. Переходник Вн;           | 5. Ввод С2;            | 8. Зажим заземления внешний; |
| 3. Герметизирующая заливка; | 6. Ввод СЗМ15(20);     |                              |
1. Оболочка - пылеводонепроницаемая класса IP67. Испытательное давление 1,6 МПа.  
 2. Материал корпуса поз.1, корпуса преобразователя, крышки поз.2 – сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-2014, камертона – по таблице А.1. Материал герметизирующего компаунда корпуса поз.1 – силиконовый компаунд Силастик Т4 или Пентэласт 750.  
 3. В резьбовых соединениях не менее 5 витков в зацеплении, фиксация клеем-герметиком «АНАТЕРМ» ТУ 2257-445-00208947-05.  
 4. Маркировка взрывозащиты «1Ex db IIC «Т6...Т3» Gb X» для исполнения СМА РТ-х-х.1xx-Ех наносится методом лазерной гравировки на корпус датчика поз.1.

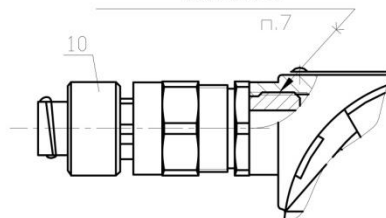
**Рисунок Г.1 – Чертеж средств взрывозащиты исполнения СМАРТ-х-х.1xx-Вн**



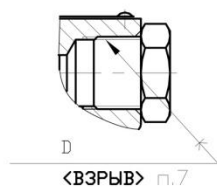
В(1)  
Ввод кабельный С2  
ВЗРЫВ D



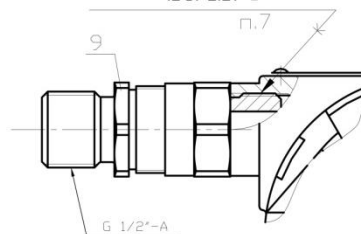
В(1)  
Ввод кабельный С3М15(20)  
ВЗРЫВ D



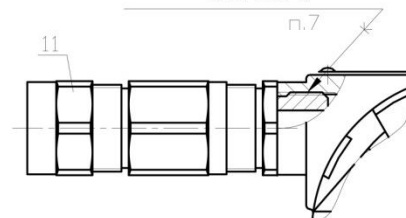
Г(1)  
Поз. 4  
Заглушка ВН



В(1)  
Ввод кабельный С3  
ВЗРЫВ D



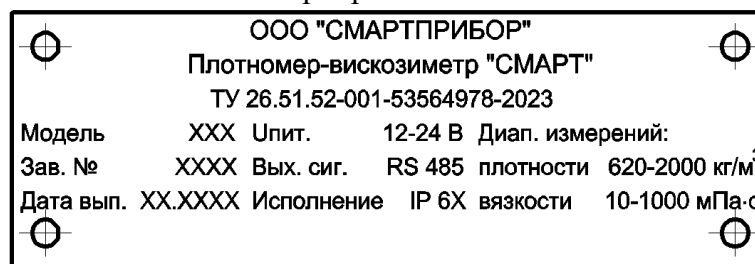
В(1)  
Ввод кабельный С4  
ВЗРЫВ D



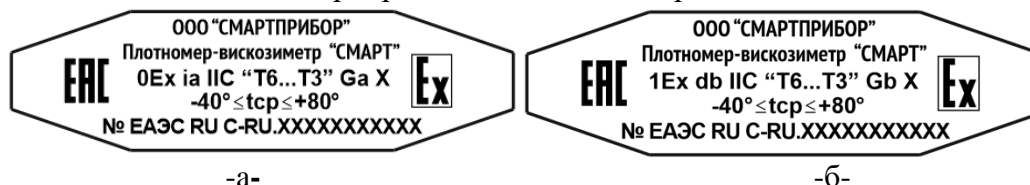
Тип резьбы D (варианты):

1. К 1/2" ГОСТ 6111-52
2. М20х1,5-6Н/6g

поз.22 Маркировочная табличка



поз.15 Маркировочная табличка взрывозащиты



- |                      |                           |                                     |
|----------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1. Корпус;           | 6. Стекло закаленное 8мм; | 11. Ввод С4;                        |
| 2. Крышка;           | 7. Винт установочный М5;  | 12. Табличка маркировочная;         |
| 3. Крышка смотровая; | 8. Ввод С2;               | 13. Винт М3х5.36.019 ГОСТ 17473-80; |
| 4. Заглушка;         | 9. Ввод С3;               | 14. Зажим заземления внешний;       |
| 5. Гайка;            | 10. Ввод С3М15(20);       | 15. Табличка маркировочная;         |
|                      |                           | 16. Штифт 2,5х5 ГОСТ Р ИСО 8746-93  |

**Рисунок Г.1 – Чертеж средств взрывозащиты исполнения СМАРТ-х-х.4хх -Вн и СМАРТ-х-х.4хх-Ex**

11. Свободный объем взрывонепроницаемой оболочки: литой части (поз. 1,2 и 3) – 340 см<sup>3</sup>, преобразователя - до 220 см<sup>2</sup>. Испытательное давление 1,6 МПа.

2. Материал корпуса поз.1 и крышек поз.2, 3 – сплав АК-12 ГОСТ 1583-89, корпуса первичного преобразователя – металлический сплав по таблице А.1, камертона – металлический сплав в соответствии с пунктом 1.1.33. Материал смотрового стекла – закалённое стекло. Материал заливки гермоперехода – силиконовый компаунд Силастик Т4 или Пентэласт 750.

3. На поверхностях, обозначенных «ВЗРЫВ», не допускаются забоины, вырывы и другие дефекты.

4. Взрывозащищенные сальниковые вводы предназначены для монтажа кабелей с диаметрами, мм:

- |                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| - поз.8 и поз.11 – от 3 до 12 | - для кабельного ввода С2 и С4; |
| - поз.9 – от 6 до 14          | - для « « С3;                   |
| - поз.10 – от 6 до 12         | - для « « С3М15 и С3М20.        |

5. В резьбовых соединениях не менее 5 полных неповрежденных витков в зацеплении. Резьбовые взрывонепроницаемые соединения контрятся: крышки с корпусом скобой поз.15; преобразователь с корпусом – винтом поз.7; остальные – клеевым способом.

6. Прочность и герметичность кабельного ввода при монтаже и эксплуатации должна соответствовать требованиям ГОСТ 30852.1-2002 (МЭК 60079-1:1998), п.15.1. Момент затяжки штуцера 60 Нм.

7. Клей-герметик «АНАТЕРМ» ТУ 2257-445-00208947-05.

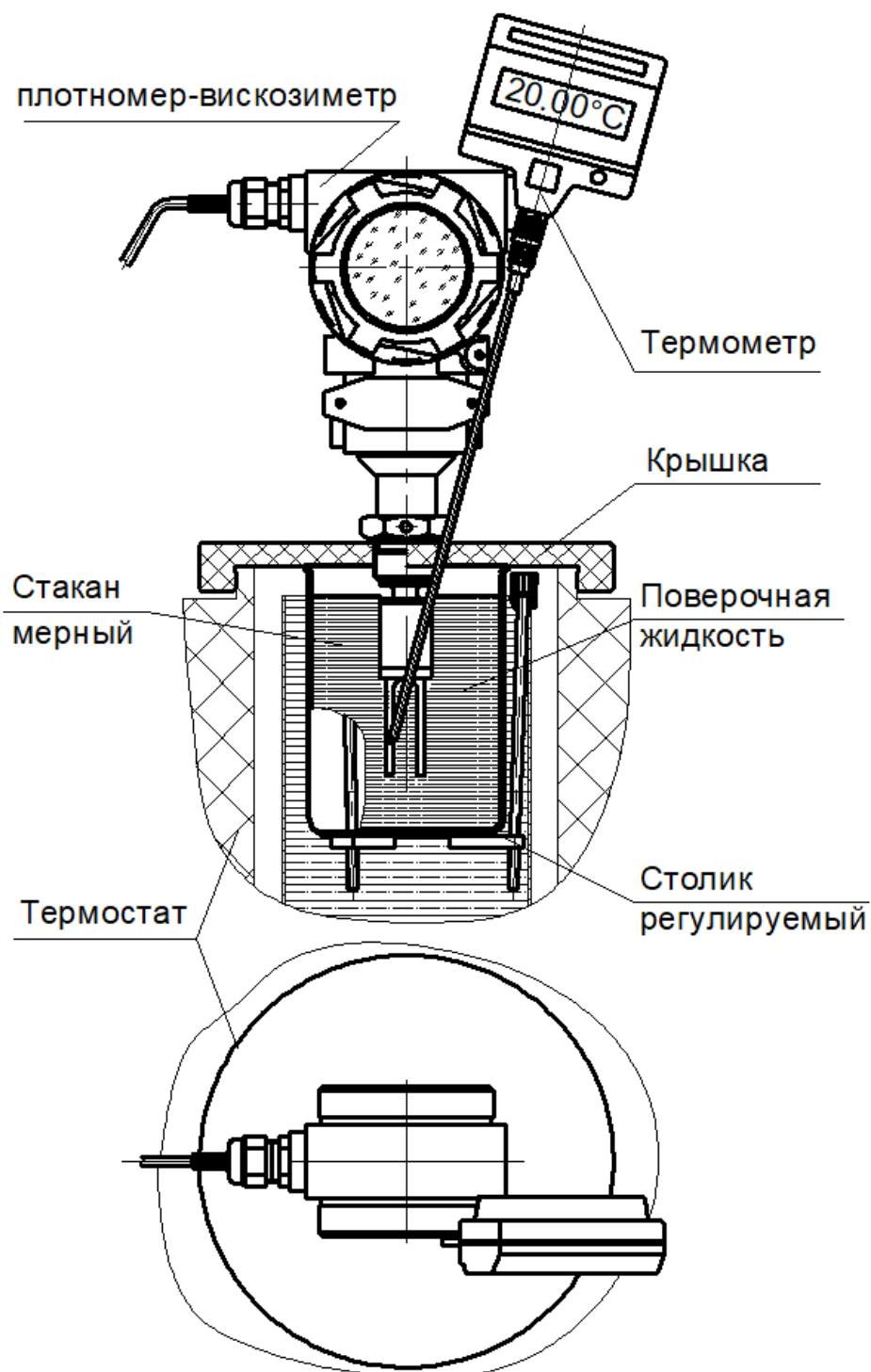
8. При повреждении смотрового стекла подлежит замене крышка поз.3 в сборе.

9. При монтаже плотномеров-вискозиметров установка теплоизоляции на электронном блоке не допускается.

При установке теплоизоляции на трубопровод, расстояние от нее до места подключения плотномер-вискозиметра к процессу должно быть не менее 50 мм для обеспечения вентиляции.



**Приложение Д**  
(обязательное)  
**Схемы стендов для испытаний**



**Рисунок Д.1** – Схема установки для проверки плотномера-вискозиметра эталонными (поверочными) жидкостями

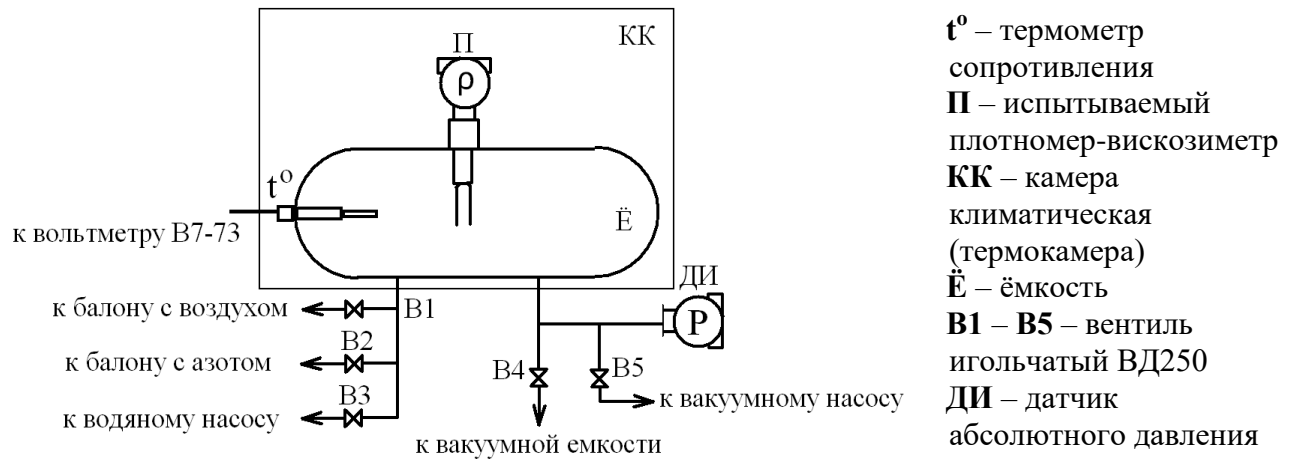


Рисунок Д.2 – Схема испытательного стенда Т 100.100

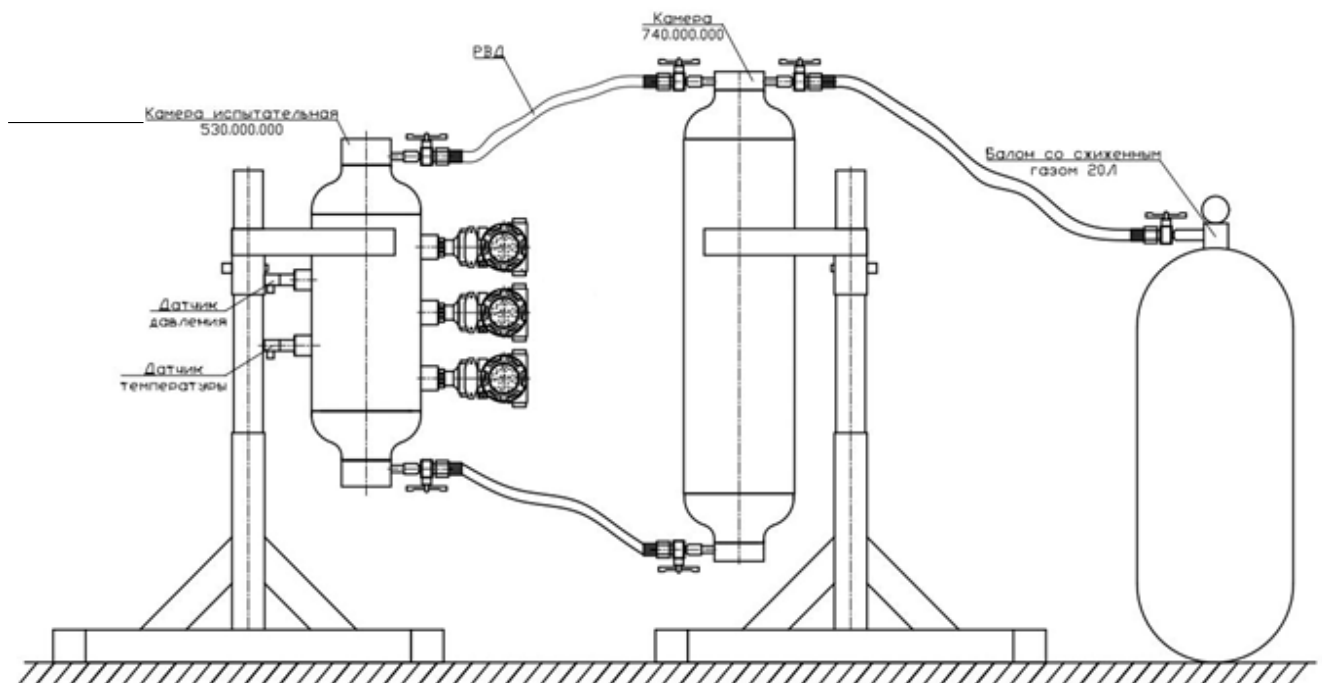
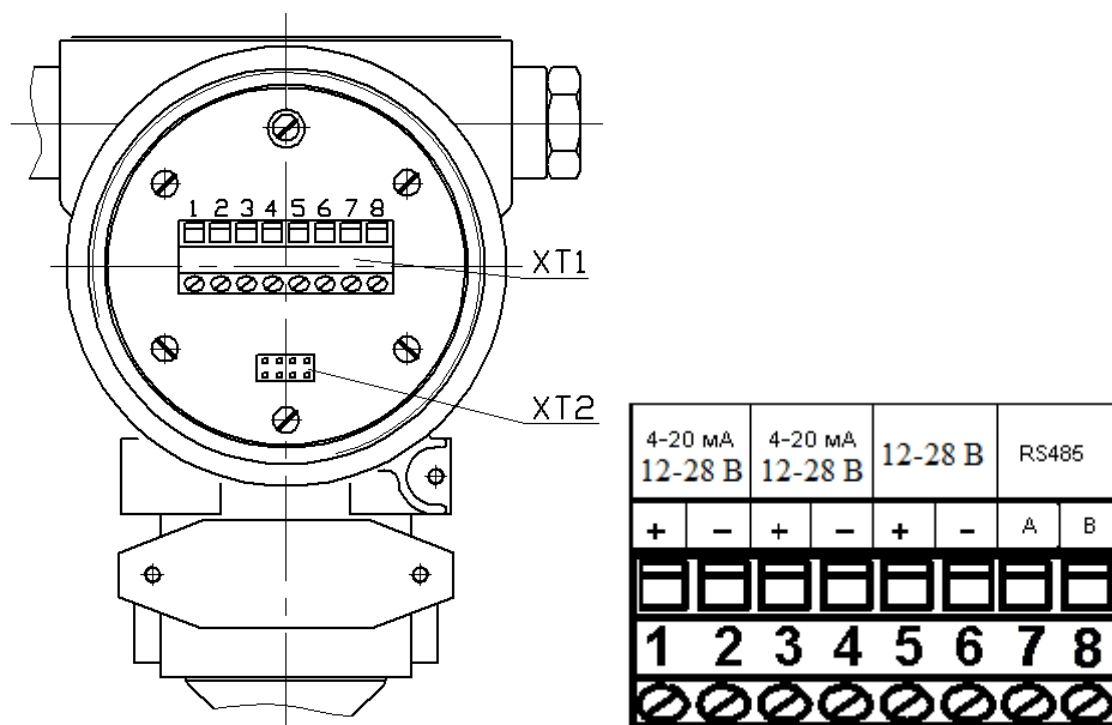


Рисунок Д.3 – Схема установки для проверки плотномера-вискозиметра сжиженным природным газом

## Приложение Е

(обязательное)

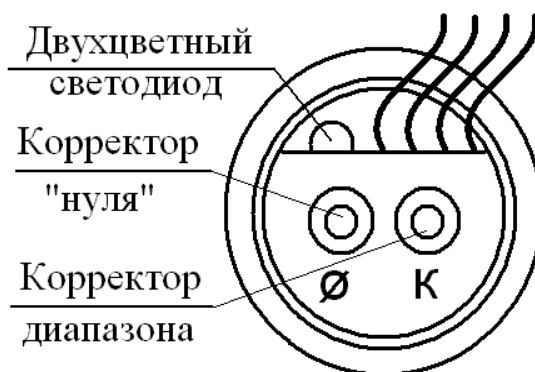
### Схемы подключения и подключение средств измерений



**XT1** – клеммная колодка подключения внешних электрических цепей;

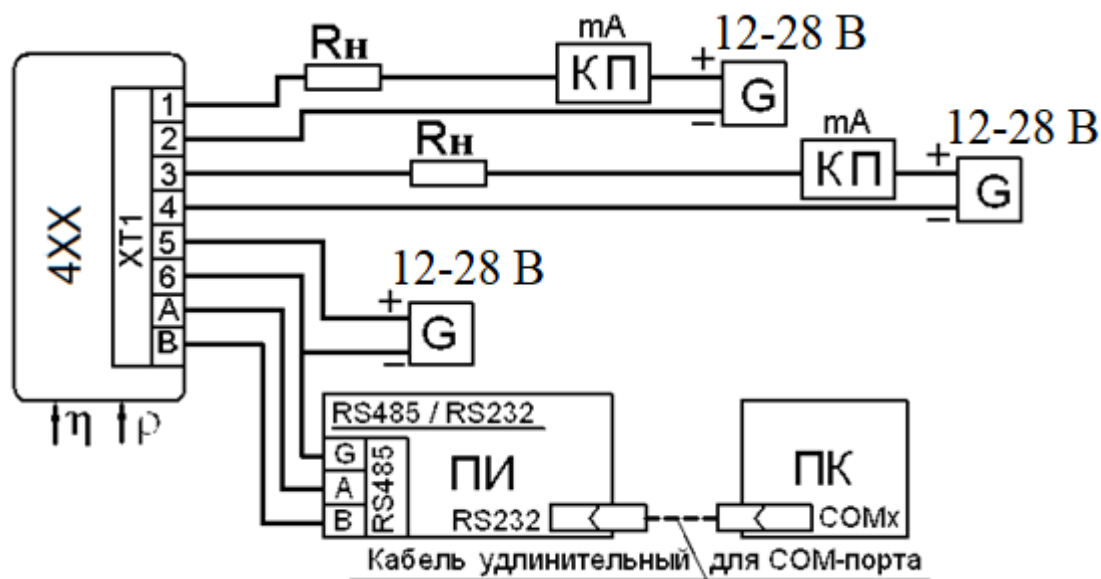
**XT2** – разъем для контроля выходных сигналов

**Рисунок Е.1** – Вид на монтажную плату модели 4XX



**Рисунок Е.2** – Вид на контакты разъёмов модели 1XX

### Схемы подключения внешних электрических цепей

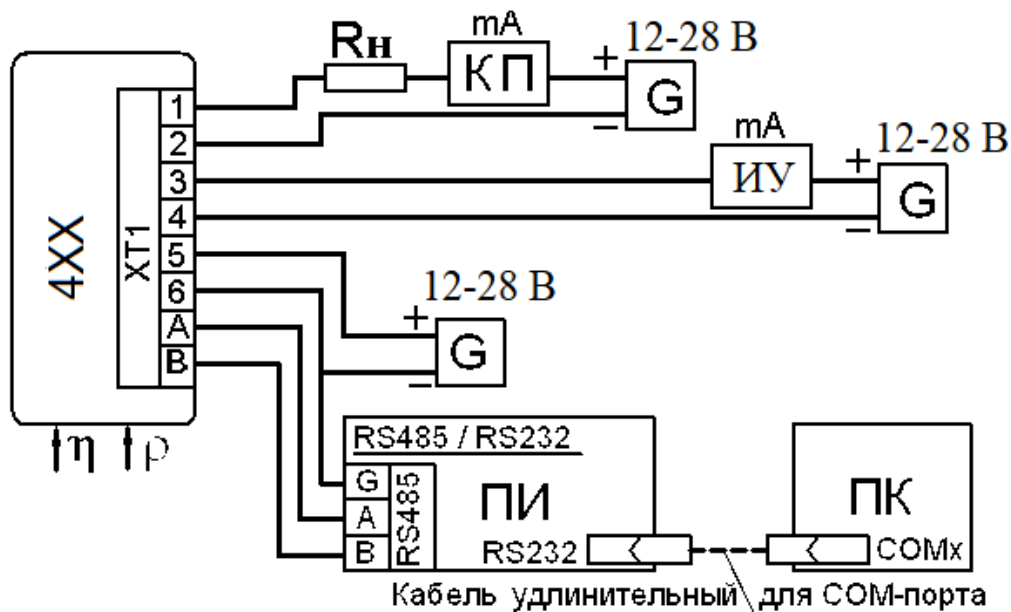


**G** – блок питания; **ПК** – компьютер;

**КП** – контрольный прибор; **R<sub>н</sub>** – нагрузочное сопротивление по формуле 1.1 или 300 Ом (при проверке HART);

**ПИ** – преобразователь интерфейса.

**Рисунок Е.3** - Общая схема подключения внешних электрических цепей плотномера-вискозиметра в исполнении **СМАРТ** с двумя выходными аналоговыми каналами постоянного тока и цифровым сигналом по интерфейсу RS-485  
4-20 мА (плотность), цифровым выходным сигналом HART и RS-485

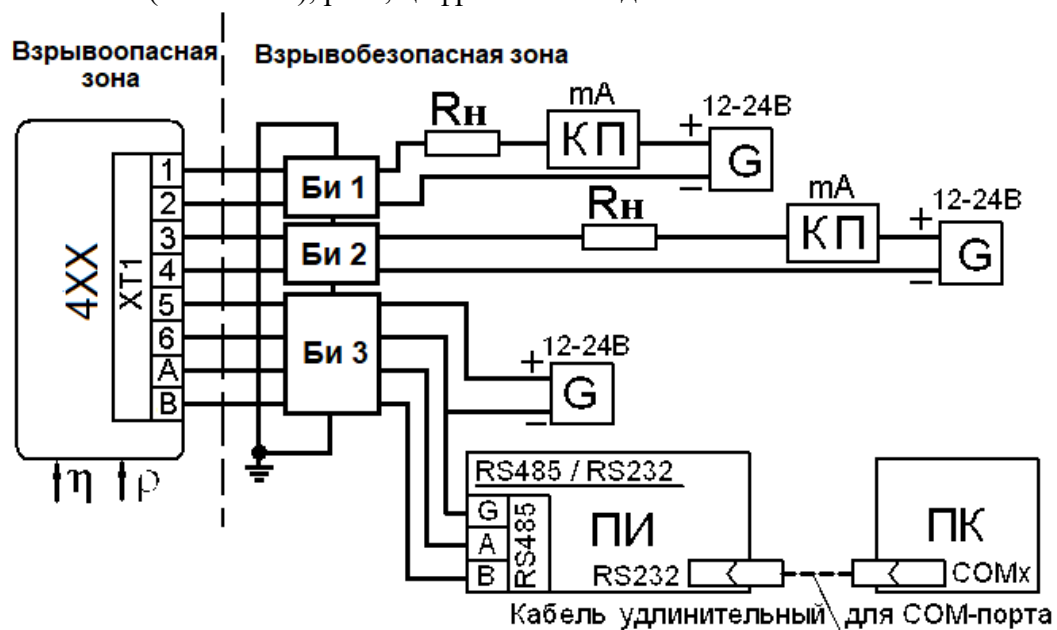


**G** – блок питания; **ПК** – компьютер;

**КП** – контрольный прибор; **ИУ** – исполнительное устройство;

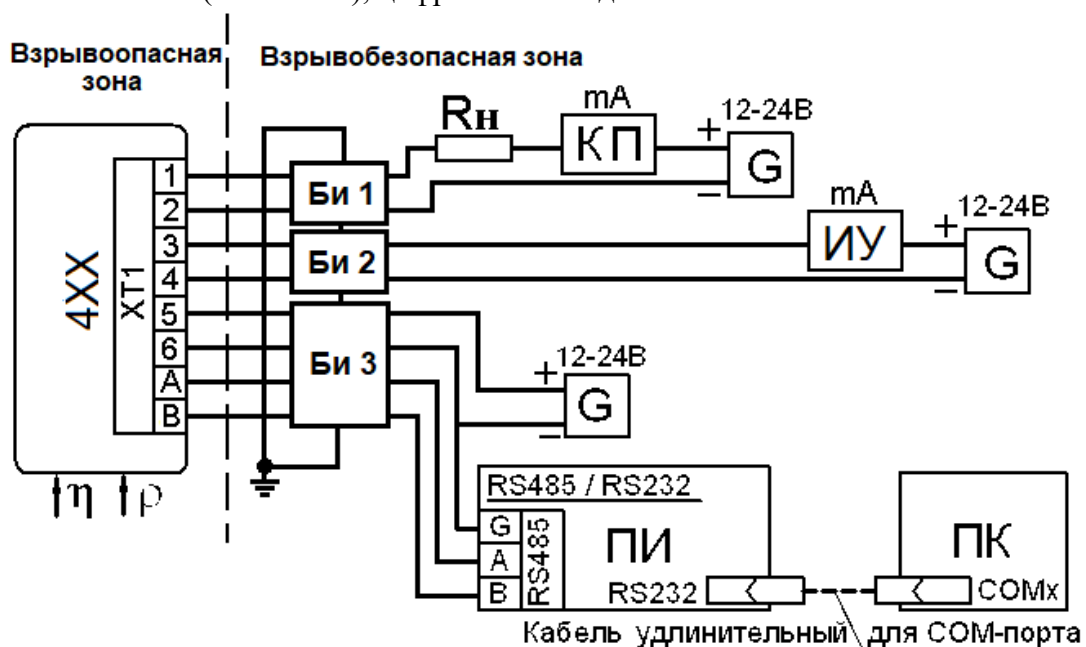
**ПИ** – преобразователь интерфейса.

**Рисунок Е.4** - Общая схема подсоединения внешних электрических цепей плотномера-вискозиметра в исполнении **СМАРТ** с выходным аналоговым сигналом постоянного тока **4-20 мА** (плотность), реле, цифровым выходным сигналом **HART** и **RS-485**



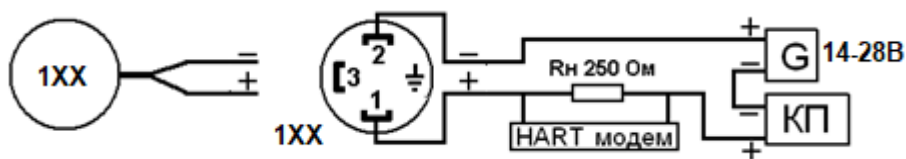
**G** – блок питания; **ПК** – компьютер;  
**КП** – контрольный прибор; **R<sub>н</sub>** – нагрузочное сопротивление по формуле 1.1 или 300 Ом (при проверке HART);  
**Би 1-Би 3** – барьеры искрозащиты; **ПИ** – преобразователь интерфейса.

**Рисунок Е.5** - Общая схема подсоединения внешних электрических цепей плотномера-вискозиметра исполнения **СМАРТ-х-х.4xx-Ех** с двумя выходными аналоговыми каналами постоянного тока и цифровым сигналом по интерфейсу **RS-485** **4-20 мА** (плотность), цифровым выходным сигналом **HART** и **RS-485**

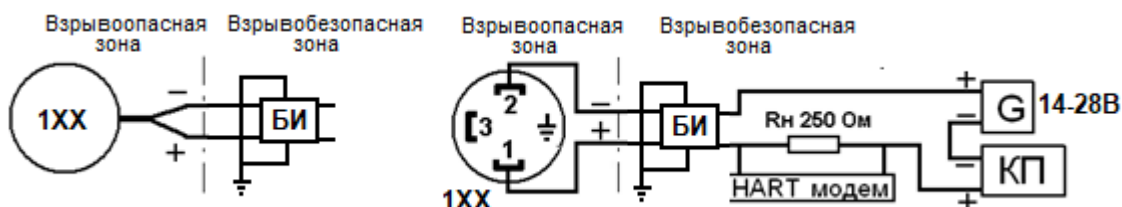


**G** – блок питания; **ПК** – компьютер;  
**КП** – контрольный прибор; **ИУ** – исполнительное устройство;  
**Би 1-Би 3** – барьеры искрозащиты; **ПИ** – преобразователь интерфейса.

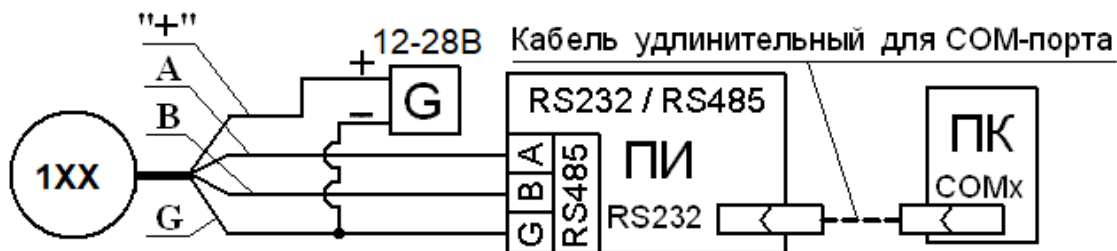
**Рисунок Е.6** - Общая схема подсоединения внешних электрических цепей плотномера-вискозиметра исполнения СМАРТ-х-х.4хх-Ех с выходным аналоговым сигналом постоянного тока **4-20 мА** (плотность), реле, цифровым выходным сигналом HART и RS-485



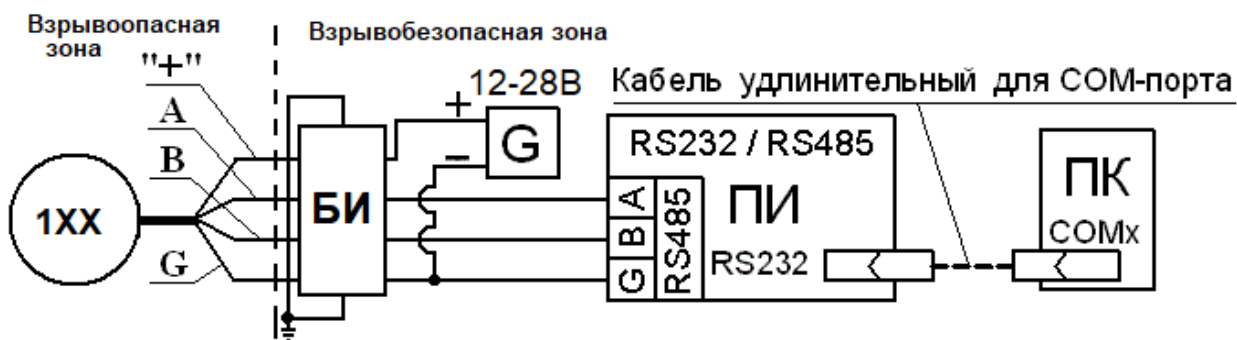
**Рисунок Е.7** – Выходной сигнал 4-20 мА HART исполнения СМАРТ-х-х.1хх



**Рисунок Е.8** – Выходной сигнал 4-20 мА HART исполнения СМАРТ-х-х.1хх-Ех



**Рисунок Е.9** – Выходной сигнал RS-485 исполнения СМАРТ-х-х.1хх



**Рисунок Е.10** – Выходной сигнал RS-485 исполнения СМАРТ-х-х.1хх-Ех

## Приложение Ж

(обязательное)

### Методика проверки, настройки и калибровки

**1** В данном приложении приведена методика проверки и изменения текущих параметров настройки, а также настройки плотномера-вискозиметра в исполнении 4XX при помощи дисплея и кнопок на лицевой панели. Проверка и настройка в исполнении 1XX возможна по цифровому каналу HART или modbus.

**2** Для изменения диапазона преобразования плотности в выходной сигнал 4-20 мА – т.е. изменения значений плотности, соответствующих 4 мА и 20 мА выходного аналогового сигнала произвести операции в следующем порядке:

- а) собрать схему по рисунку Е.3;
- б) войти в режим **2.1** (см. описание алгоритма) и изменить значение нижнего предела измерения плотности, кг/м<sup>3</sup> (например, 700);
- в) войти в режим **2.2** и изменить значение верхнего предела измерения плотности, кг/м<sup>3</sup> (например, 1200);

**3** Для изменения диапазона преобразования вязкости в выходной сигнал 4-20 мА – т.е. изменения значений вязкости, соответствующих 4 мА и 20 мА выходного аналогового сигнала произвести операции в следующем порядке:

- а) собрать схему по рисунку Е.3;
- б) войти в режим **3.1** (см. описание алгоритма) и изменить значение нижнего предела измерения вязкости, мПа·с (например, 10);
- в) войти в режим **3.2** и изменить значение верхнего предела измерения вязкости, мПа·с (например, 100);

**Внимание:** при изменении диапазона измерений изменяются численные значения указанных в поверке пределов допускаемой основной погрешности измерения по аналоговому сигналу  $\gamma$ , % (п.п.1.2.3, 1.2.4) с сохранением их по цифровым сигналам. Пересчет значений производится по формулам (3.1) и (3.2).

**4** Изменение установки времени демпфирования производится в режимах **4** и **4.1**.

**5** Изменение адреса плотномера-вискозиметра в сети RS-485 производится в режимах **5** и **5.1**.

**6** Изменение адреса плотномера-вискозиметра в сети HART производится в режимах **6** и **6.1**.

**7** Изменение значений выходного тока 4 и 20 мА по первому выходному аналоговому каналу в следующем порядке:

- а) собрать схему по рисунку Е.3;
- б) выйти в режим **7**, затем в режимах **7.1**; **7.1.1** и **7.2**; **7.2.1** изменить значения ЦАП до установления показаний миллиамперметра соответственно 4 и 20 мА;
- г) перейти в режим **7.1**.

**8** Изменение значений выходного тока 4 и 20 мА по второму выходному аналоговому каналу в следующем порядке:

- а) собрать схему по рисунку Е.3;
- б) выйти в режим **7**, затем в режимах **7.3**; **7.3.1** и **7.4**; **7.4.1** изменить значения ЦАП до установления показаний миллиамперметра соответственно 4 и 20 мА;
- г) перейти в режим **7.1**.

**9** Настройка канала измерения плотности применяется после ремонта, либо при неудовлетворительных результатах поверки плотномера-вискозиметра по каналу измерения плотности.

Настройка производится при условии применения жидкостей-компараторов с плотностью, кг/м<sup>3</sup>, выражаемой 4 значащими цифрами, например: 675,6; 898,3; 1200; 1352, с абсолютной

погрешностью не хуже  $\pm 0,1 \text{ кг/м}^3$ . В качестве сред минимальной плотности целесообразно применять воздух, плотность которого при нормальных условиях составляет  $1,2 \pm 0,1 \text{ кг/м}^3$ , а большей плотности – дистиллированную воду (см. таблицу 1 стр.15).

При необходимости применения жидкостей-компараторов с плотностью, выражаемой более, чем 4 знаками (например, 1253,4) настройку необходимо проводить по каналу цифрового выходного сигнала.

**10** Настройку произвести в следующем порядке:

- а) войти в режим **7.5**,
- б) перейти в режим **7.5.1** и установить численное значение меньшей плотности;
- в) перейти в режим **7.5.2** и установить численное значение большей плотности;
- г) поместить плотномер-вискозиметр погружной частью в среду меньшей плотности и выдержать до стабилизации текущего значения на дисплее;
- д) перейти в режим **7.5.3** и установить численное значение меньшей плотности;
- е) поместить плотномер-вискозиметр погружной частью в среду большей плотности и выдержать до стабилизации текущего значения на дисплее;
- ж) перейти в режим **7.5.4** и установить численное значение большей плотности;
- и) перейти в основной режим **7.5**.

Примечание – при ошибочном наборе значений плотности можно вернуться к заводским настройкам.

После настройки необходимо произвести калибровку плотномера-вискозиметра.

**11** Настройка канала измерения вязкости применяется после ремонта, либо при неудовлетворительных результатах поверки плотномера-вискозиметра по каналу измерения вязкости.

Настройка производится при условии применения жидкостей-компараторов с вязкостью, мПа·с, выражаемой 4 значащими цифрами, например: 10,6; 25,3; 1150; 1400, измеренной с относительной погрешностью не хуже  $\pm 0,5 \%$ .

При необходимости применения жидкостей-компараторов с вязкостью, выражаемой более, чем 4 знаками (например, 1253,4) настройку необходимо проводить по каналу цифрового выходного сигнала.

**12** Настройку произвести в следующем порядке:

- а) войти в режим **7.6**,
- б) перейти в режим **7.6.1** и установить численное значение меньшей вязкости;
- в) перейти в режим **7.6.2** и установить численное значение большей вязкости;
- г) поместить плотномер-вискозиметр погружной частью в среду меньшей вязкости и выдержать до стабилизации текущего значения на дисплее;
- д) перейти в режим **7.6.3** и установить численное значение меньшей вязкости;
- е) поместить плотномер-вискозиметр погружной частью в среду большей вязкости и выдержать до стабилизации текущего значения на дисплее;
- ж) перейти в режим **7.6.4** и установить численное значение большей вязкости;
- и) перейти в основной режим **7.6**.

Примечание – при ошибочном наборе значений плотности можно вернуться к заводским настройкам.

После настройки необходимо произвести калибровку плотномера-вискозиметра.



**Описание алгоритма операций с клавиатурой и дисплеем**  
**(блок-схема представлена на вклейке)**

**1 Основной режим – режим индикации текущих параметров:**

Входы: Из режима «7» кратким нажатием кнопки «1».  
Из режима «2» кратким нажатием кнопки «3».

**1 режим индикации**

Индикация: Основное табло – измеренная плотность  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>.  
Левое малое табло – измеренная вязкость  $\eta$ , мПа·с.  
Правое малое табло – измеренная температура  $t$ , °C.  
Дополнительные символы: отсутствуют.

**2 режим индикации**

Индикация: Основное табло – измеренная плотность  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>.  
Левое малое табло – Нижний предел измерения  $\rho_{\min}$ , кг/м<sup>3</sup>.  
Правое малое табло – Верхний предел измерения  $\rho_{\max}$ , кг/м<sup>3</sup>.  
Дополнительные символы: «**min**», «**max**», «кг/м<sup>3</sup>»

**3 режим индикации**

Индикация: Основное табло – измеренная вязкость  $\eta$ , мПа·с.  
Левое малое табло – Нижний предел измерения  $\eta_{\min}$ , мПа·с.  
Правое малое табло – Верхний предел измерения  $\eta_{\max}$ , мПа·с.  
Дополнительные символы: «**min**», «**max**», «мПа·с»

Выходы: В режим «2» кратким нажатием кнопки «1».  
В режим «1.1» кратким нажатием кнопки «2».  
В режим «7» кратким нажатием кнопки «3».

**1.1 Режим изменения режима индикации текущих параметров:**

Входы: Из режима «1» кратким нажатием кнопки «2».  
Индикация: Основное табло – символ «**r X**», прерывистое отображение.  
Левое малое табло – «**reg**».  
Правое малое табло – «**IndI**».

Изменение параметра:

Увеличение значения параметра на 1 – краткое нажатие кнопки «1»

Выходы: В режим «1» с сохранением нового значения - кратким нажатием кнопки «2».  
В режим «1» без сохранения нового значения - кратким нажатием кнопки «3».

**Изменённое значение сохраняется в памяти прибора.**

**2 Режим контроля диапазона измерений плотности:**

Входы: Из режима «1» кратким нажатием кнопки «1».  
Из режима «3» кратким нажатием кнопки «3».  
Из режима «2.2» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – символ «**dEnS**».  
Левое малое табло – Нижний предел измерения  $\rho_{\min}$ , кг/м<sup>3</sup>.  
Правое малое табло – Верхний предел измерения  $\rho_{\max}$ , кг/м<sup>3</sup>.  
Дополнительные символы: «**min**», «**max**»

Выходы: В режим «3» кратким нажатием кнопки «1».  
В режим «2.1» кратким нажатием кнопки «2».  
В режим «1» кратким нажатием кнопки «3».

**2.1 Режим изменения нижнего предела измерений плотности:**

Входы: Из режима «2» кратким нажатием кнопки «2».  
Индикация: Основное табло – символ «**dEnS**».

Левое малое табло – Нижний предел измерения - **изменяемое значение**.

Правое малое табло – Верхний предел измерения.

Дополнительные символы: «**max**», прерывистое отображение «**min**»

Изменение параметра:

Увеличение значения параметра на 1	- краткое нажатие кнопки «1»
Ускоренное увеличение значения параметра	- длительное нажатие кнопки «1»
Уменьшение значения параметра на 1	- краткое нажатие кнопки «3»
Ускоренное уменьшение значения параметра	- длительное нажатие кнопки «3»

Выходы: В режим «2.2» кратким нажатием кнопки «2».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора.

## **2.2 Режим изменения верхнего предела измерений плотности:**

Входы: Из режима «2.1» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – символ «**dEnS**».

Левое малое табло – Нижний предел измерения.

Правое малое табло – Верхний предел измерения - **изменяемое значение**.

Дополнительные символы: «**min**», прерывистое отображение «**max**»

Изменение параметра:

Увеличение значения параметра на 1	- краткое нажатие кнопки «1»
Ускоренное увеличение значения параметра	- длительное нажатие кнопки «1»
Уменьшение значения параметра на 1	- краткое нажатие кнопки «3»
Ускоренное уменьшение значения параметра	- длительное нажатие кнопки «3»

Выходы: В режим «2» кратким нажатием кнопки «2».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора.

## **3 Режим контроля диапазона измерений вязкости:**

Входы: Из режима «1» кратким нажатием кнопки «1».

Из режима «4» кратким нажатием кнопки «3».

Из режима «3.2» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – символ «**VISC**».

Левое малое табло – Нижний предел измерения  $\eta_{min}$ , кг/м<sup>3</sup>.

Правое малое табло – Верхний предел измерения  $\eta_{max}$ , кг/м<sup>3</sup>.

Дополнительные символы: «**min**», «**max**»

Выходы: В режим «4» кратким нажатием кнопки «1».

В режим «3.1» кратким нажатием кнопки «2».

В режим «1» кратким нажатием кнопки «3».

### **3.1 Режим изменения нижнего предела измерений вязкости:**

Входы: Из режима «3» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – символ «**VISC**».

Левое малое табло – Нижний предел измерения - **изменяемое значение**.

Правое малое табло – Верхний предел измерения.

Дополнительные символы: «**max**», прерывистое отображение «**min**»

Изменение параметра:

Увеличение значения параметра на 1	- краткое нажатие кнопки «1»
Ускоренное увеличение значения параметра	- длительное нажатие кнопки «1»
Уменьшение значения параметра на 1	- краткое нажатие кнопки «3»
Ускоренное уменьшение значения параметра	- длительное нажатие кнопки «3»

Выходы: В режим «3.2» кратким нажатием кнопки «2».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора.

### **3.2 Режим изменения верхнего предела измерений вязкости:**

Входы: Из режима «3.1» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – символ «**VISC**».

Левое малое табло – Нижний предел измерения.

Правое малое табло – Верхний предел измерения - **изменяемое значение**.

Дополнительные символы: «**min**», прерывистое отображение «**max**»

Изменение параметра:

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Увеличение значения параметра на 1       | - краткое нажатие кнопки «1»    |
| Ускоренное увеличение значения параметра | - длительное нажатие кнопки «1» |
| Уменьшение значения параметра на 1       | - краткое нажатие кнопки «3»    |
| Ускоренное уменьшение значения параметра | - длительное нажатие кнопки «3» |

Выходы: В режим «2» кратким нажатием кнопки «2».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора.

#### **4 Режим контроля времени демпфирования:**

Входы: Из режима «3» кратким нажатием кнопки «1».

Из режима «5» кратким нажатием кнопки «3».

Из режима «4.1» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – «**dxxx**» (**xxx** – трехзначное число от **001** до **257** - ранее установленное время демпфирования).

Левое малое табло – выкл.

Правое малое табло – выкл.

Дополнительные символы: «**min**», «**max**».

Выходы: В режим «5» кратким нажатием кнопки «1».

В режим «4.1» кратким нажатием кнопки «2».

В режим «3» кратким нажатием кнопки «3».

#### **4.1 Режим изменения времени демпфирования:**

Входы: Из режима «4» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – прерывистое отображение «**dxxx**» - изменяемое значение.

Левое малое табло – выкл.

Правое малое табло – выкл.

Дополнительные символы: «**min**», «**max**».

Изменение параметра:

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Увеличение значения параметра на 1       | - краткое нажатие кнопки «1»    |
| Ускоренное увеличение значения параметра | - длительное нажатие кнопки «1» |
| Уменьшение значения параметра на 1       | - краткое нажатие кнопки «3»    |
| Ускоренное уменьшение значения параметра | - длительное нажатие кнопки «3» |

Выходы: В режим «4» кратким нажатием кнопки «2».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора.

#### **5 Режим контроля параметров USART и RS485:**

Входы: Из режима «4» кратким нажатием кнопки «1».

Из режима «6» кратким нажатием кнопки «3».

Из режима «5.1» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – символ «**r485**».

Левое малое табло – Скорость передачи данных (бод).

Правое малое табло – Адрес в сети.

Выходы: В режим «6» кратким нажатием кнопки «1».

В режим «5.1» кратким нажатием кнопки «2».

В режим «4» кратким нажатием кнопки «3».

#### **5.1 Режим изменения адреса в сети USART и RS485:**

Входы: Из режима «5» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – прерывистое отображение «**r485**».

Левое малое табло – Скорость передачи данных (бод).

Правое малое табло – **Адрес в сети** – изменяемое значение.

Изменение параметра:

Увеличение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «1»

Ускоренное увеличение значения параметра - длительное нажатие кнопки «1»

Уменьшение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «3»

Ускоренное уменьшение значения параметра - длительное нажатие кнопки «3»

Выходы: В режим «5» кратким нажатием кнопки «2».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора.

## **6 Режим контроля параметров HART:**

Входы: Из режима «5» кратким нажатием кнопки «1».

Из режима «7» кратким нажатием кнопки «3».

Из режима «6.1» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – символ «**HARt**».

Левое малое табло – Скорость передачи данных (бод).

Правое малое табло – Адрес в сети.

Выходы: В режим «7» кратким нажатием кнопки «1».

В режим «6.1» кратким нажатием кнопки «2».

В режим «5» кратким нажатием кнопки «3».

### **6.1 Режим изменения адреса в сети HART:**

Входы: Из режима «5» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – прерывистое отображение «**HARt**».

Левое малое табло – Скорость передачи данных (бод).

Правое малое табло – **Адрес в сети** – изменяемое значение.

Изменение параметра:

Увеличение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «1»

Ускоренное увеличение значения параметра - длительное нажатие кнопки «1»

Уменьшение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «3»

Ускоренное уменьшение значения параметра - длительное нажатие кнопки «3»

Выходы: В режим «6» кратким нажатием кнопки «2».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора

## **7 Вход в режим калибровки:**

Входы: Из режима «6» кратким нажатием кнопки «1».

Из режима «1» кратким нажатием кнопки «3».

Из режима «7.3» кратким нажатием кнопки «1».

Индикация: Основное табло – символ «**CAL**».

Левое малое табло – выкл.

Правое малое табло – сл. с.

Выходы: В режим «1» кратким нажатием кнопки «1».

В режим «7.1» кратким нажатием кнопки «2».

В режим «6» кратким нажатием кнопки «3».

### **7.1 Вход в режим изменения значения ЦАП выходного тока 4 мА канала 1:**

Входы: Из режима «7» длительным нажатием кнопки «2».

Из режима «7.2» кратким нажатием кнопки «3».

Из режима «7.1.1» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – «**4.00**».

Левое малое табло – «dAC».

Правое малое табло – Текущее значение ЦАП.

Дополнительные символы: отсутствуют.

Выходы: В режим «7.2» кратким нажатием кнопки «1».  
В режим «7.1.1» кратким нажатием кнопки «2».

#### **7.1.1 Режим изменения значения ЦАП выходного тока 4 мА канала 1:**

Входы: Из режима «7.1» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – прерывистое отображение « 4.00».

Левое малое табло – « dАС».

Правое малое табло – Текущее значение ЦАП.

Дополнительные символы: отсутствуют.

Изменение параметра:

Увеличение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «1»

Ускоренное увеличение значения параметра - длительное нажатие кнопки «1»

Уменьшение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «3»

Ускоренное уменьшение значения параметра - длительное нажатие кнопки «3»

Выходы: В режим «7.1» кратким нажатием кнопки «2».

**Изменённое значение сохраняется в памяти прибора.**

#### **7.2 Вход в режим изменения значения ЦАП выходного тока 20 мА канала 1:**

Входы: Из режима «7.1» кратким нажатием кнопки «1».

Из режима «7.2.1» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – «20.00».

Левое малое табло – « dАС».

Правое малое табло – Текущее значение ЦАП.

Дополнительные символы: отсутствуют.

Выходы: В режим «7.3» кратким нажатием кнопки «1».

В режим «7.2.1» кратким нажатием кнопки «2».

В режим «7.1» кратким нажатием кнопки «3».

#### **7.2.1 Режим изменения значения ЦАП выходного тока 20 мА канала 1:**

Входы: Из режима «7.2» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – прерывистое отображение «20.00».

Левое малое табло – « dАС».

Правое малое табло – Текущее значение ЦАП.

Дополнительные символы: отсутствуют.

Изменение параметра:

Увеличение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «1»

Ускоренное увеличение значения параметра - длительное нажатие кнопки «1»

Уменьшение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «3»

Ускоренное уменьшение значения параметра - длительное нажатие кнопки «3»

Выходы: В режим «7.2» кратким нажатием кнопки «2».

**Изменённое значение сохраняется в памяти прибора.**

#### **7.3 Вход в режим изменения значения ЦАП выходного тока 4 мА канала 2:**

Входы: Из режима «7.2» длительным нажатием кнопки «2».

Из режима «7.4» кратким нажатием кнопки «3».

Из режима «7.3.1» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – « 4.00».

Левое малое табло – « dАС».

Правое малое табло – Текущее значение ЦАП.

Дополнительные символы: отсутствуют.

Выходы: В режим «7.2» кратким нажатием кнопки «1».

В режим «7.3.1» кратким нажатием кнопки «2».

### **7.3.1 Режим изменения значения ЦАП выходного тока 4 мА канала 2:**

Входы: Из режима «7.3» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – прерывистое отображение « 4.00».

Левое малое табло – « dАС».

Правое малое табло – Текущее значение ЦАП.

Дополнительные символы: отсутствуют.

Изменение параметра:

Увеличение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «1»

Ускоренное увеличение значения параметра - длительное нажатие кнопки «1»

Уменьшение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «3»

Ускоренное уменьшение значения параметра - длительное нажатие кнопки «3»

Выходы: В режим «7.1» кратким нажатием кнопки «2».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора.

### **7.4 Вход в режим изменения значения ЦАП выходного тока 20 мА канала 2:**

Входы: Из режима «7.3» кратким нажатием кнопки «1».

Из режима «7.4.1» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – «20.00».

Левое малое табло – « dАС».

Правое малое табло – Текущее значение ЦАП.

Дополнительные символы: отсутствуют.

Выходы: В режим «7.5» кратким нажатием кнопки «1».

В режим «7.4.1» кратким нажатием кнопки «2».

В режим «7.3» кратким нажатием кнопки «3».

#### **7.4.1 Режим изменения значения ЦАП выходного тока 20 мА канала 2:**

Входы: Из режима «7.4» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – прерывистое отображение «20.00».

Левое малое табло – « dАС».

Правое малое табло – Текущее значение ЦАП.

Дополнительные символы: отсутствуют.

Изменение параметра:

Увеличение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «1»

Ускоренное увеличение значения параметра - длительное нажатие кнопки «1»

Уменьшение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «3»

Ускоренное уменьшение значения параметра - длительное нажатие кнопки «3»

Выходы: В режим «7.4» кратким нажатием кнопки «2».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора.

### **7.5 Вход в режим калибровки плотности:**

Входы: Из режима «7.4» кратким нажатием кнопки «1».

Из режима «7.5.2» кратким нажатием кнопки «2».

Из режима «7.5.2» кратким нажатием кнопки «3».

Из режима «7.5.4» кратким нажатием кнопки «2».

Из режима «7.5.4» кратким нажатием кнопки «3».

Индикация: Основное табло – символ « **dEnS** ».

Левое малое табло – предыдущее значение калибровки по меньшей плотности.

Правое малое табло – предыдущее значение калибровки по большей плотности.

Дополнительные символы: «**min**», «**max**», «**кг/м<sup>3</sup>**»

Выходы: В режим «7» кратким нажатием кнопки «1».

В режим «7.5.1» кратким нажатием кнопки «2».

В режим «7.5.3» длительным нажатием кнопки «3».

#### **7.5.1 Режим изменения значения меньшей плотности:**

Входы: Из режима «7.5» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – символ «**dEnS**».

Левое малое табло – предыдущее значение калибровки по меньшей плотности – **изменяемое значение**.

Правое малое табло – значение калибровки по большей плотности

Дополнительные символы: «**max**», прерывистое отображение «**min**», «кг/м<sup>3</sup>»

Изменение параметра:

Увеличение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «1»

Ускоренное увеличение значения параметра - длительное нажатие кнопки «1»

Уменьшение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «3»

Ускоренное уменьшение значения параметра - длительное нажатие кнопки «3»

Выходы: В режим «7.5.2» кратким нажатием кнопки «2».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора.

#### **7.5.2 Режим изменения значения большей плотности:**

Входы: Из режима «7.5.1» кратким нажатием кнопки «2».

Индикация: Основное табло – символ «**dEnS**».

Левое малое табло – значение калибровки по меньшей плотности.

Правое малое табло – значение калибровки по большей плотности –  
– **изменяемое значение**.

Дополнительные символы: «**min**», прерывистое отображение «**max**», «кг/м<sup>3</sup>»

Изменение параметра:

Увеличение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «1»

Ускоренное увеличение значения параметра - длительное нажатие кнопки «1»

Уменьшение значения параметра на 1 - краткое нажатие кнопки «3»

Ускоренное уменьшение значения параметра - длительное нажатие кнопки «3»

Выходы: В режим «7.5» кратким нажатием кнопки «2».

**Измененное значение** сохраняется в памяти прибора.

#### **7.5.3 Режим калибровки меньшей плотности:**

Входы: Из режима «7.5» длительным нажатием кнопки «3».

Индикация: Основное табло – **текущее значение** плотности.

Левое малое табло – установленное значение **меньшей плотности**.

Правое малое табло – установленное значение **большей плотности**.

Дополнительные символы: «**max**», прерывистое отображение «**min**», «кг/м<sup>3</sup>»

Изменение параметра:

Выходы: - с сохранением текущего значения плотности - в режим «7.5.4» кратким нажатием кнопки «2».

- без сохранения текущего значения плотности - в режим «7.5.4» кратким нажатием кнопки «1».

**Измененное значение** сохраняется в памяти прибора.

#### **7.5.4 Режим калибровки большей плотности:**

Входы: Из режима «7.5.3» кратким нажатием кнопки «2».

Из режима «7.5.3» кратким нажатием кнопки «3».

Индикация: Основное табло – **текущее значение** плотности.

Левое малое табло – установленное значение **меньшей плотности**.

Правое малое табло – установленное значение **большей плотности**.

Дополнительные символы: «*min*», прерывистое отображение «*max*», «кг/м<sup>3</sup>»  
Изменение параметра:

Выходы: - с сохранением текущего значения плотности - в режим «7.5» кратким нажатием кнопки «2».  
- без сохранения текущего значения плотности - в режим «7.5» кратким нажатием кнопки «1».  
- с восстановлением заводских калибровок - в режим «7.5» кратким нажатием кнопки «3».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора.

#### **7.6 Вход в режим калибровки вязкости:**

Входы: Из режима «7.5» кратким нажатием кнопки «1».  
Из режима «7.6.2» кратким нажатием кнопки «2».  
Из режима «7.6.2» кратким нажатием кнопки «3».  
Из режима «7.6.4» кратким нажатием кнопки «2».  
Из режима «7.6.4» кратким нажатием кнопки «3».

Индикация: Основное табло – символ «**VISC**».  
Левое малое табло – предыдущее значение калибровки по меньшей вязкости.  
Правое малое табло – предыдущее значение калибровки по большей вязкости.

Дополнительные символы: «*min*», «*max*»

Выходы: В режим «7» кратким нажатием кнопки «1».  
В режим «7.5.1» кратким нажатием кнопки «2».  
В режим «7.5.3» длительным нажатием кнопки «3».

#### **7.6.1 Режим изменения значения меньшей плотности:**

Входы: Из режима «7.6» кратким нажатием кнопки «2».  
Индикация: Основное табло – символ «**VISC**».  
Левое малое табло – предыдущее значение калибровки по меньшей вязкости – **изменяемое значение**.  
Правое малое табло – значение калибровки по большей вязкости  
Дополнительные символы: «*max*», прерывистое отображение «*min*»

Изменение параметра:

Увеличение значения параметра на 1	-краткое нажатие кнопки «1»
Ускоренное увеличение значения параметра	- длительное нажатие кнопки «1»
Уменьшение значения параметра на 1	-краткое нажатие кнопки «3»
Ускоренное уменьшение значения параметра	- длительное нажатие кнопки «3»

Выходы: В режим «7.5.2» кратким нажатием кнопки «2».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора.

#### **7.6.2 Режим изменения значения большей вязкости:**

Входы: Из режима «7.6.1» кратким нажатием кнопки «2».  
Индикация: Основное табло – символ «**VISC**».

Левое малое табло – значение калибровки по меньшей вязкости.  
Правое малое табло – значение калибровки по большей вязкости –  
- – **изменяемое значение**.

Дополнительные символы: «*min*», прерывистое отображение «*max*»

Изменение параметра:

Увеличение значения параметра на 1	-краткое нажатие кнопки «1»
Ускоренное увеличение значения параметра	- длительное нажатие кнопки «1»
Уменьшение значения параметра на 1	-краткое нажатие кнопки «3»



Ускоренное уменьшение значения параметра - длительное нажатие кнопки «3»  
Выходы: В режим «7.6» кратким нажатием кнопки «2».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора.

#### **7.6.3 Режим калибровки меньшей плотности:**

Входы: Из режима «7.6» длительным нажатием кнопки «3».

Индикация: Основное табло – **текущее значение** вязкости.

Левое малое табло – установленное значение **меньшей вязкости**.

Правое малое табло – установленное значение **большой вязкости**.

Дополнительные символы: «**тах**», прерывистое отображение «**min**»

Изменение параметра:

Выходы: - с сохранением текущего значения вязкости - в режим «7.6.4» кратким нажатием кнопки «2».

- без сохранения текущего значения вязкости - в режим «7.6.4» кратким нажатием кнопки «1».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора.

#### **7.6.4 Режим калибровки большей плотности:**

Входы: Из режима «7.6.3» кратким нажатием кнопки «2».

Из режима «7.6.3» кратким нажатием кнопки «3».

Индикация: Основное табло – **текущее значение** вязкости.

Левое малое табло – установленное значение **меньшей вязкости**.

Правое малое табло – установленное значение **большой вязкости**.

Дополнительные символы: «**min**», прерывистое отображение «**тах**»

Изменение параметра:

Выходы: - с сохранением текущего значения вязкости - в режим «7.6» кратким нажатием кнопки «2».

- без сохранения текущего значения вязкости - в режим «7.6» кратким нажатием кнопки «1».

- с восстановлением заводских калибровок - в режим «7.6» кратким нажатием кнопки «3».

**Изменённое значение** сохраняется в памяти прибора.

## Приложение 3

(обязательное)

### Коммуникации по Modbus

#### 3.1 Введение

Устройство связи Modbus/RS485 в плотномере-вискозиметре, это средство конфигурирования и доступ к диагностической информации, недоступной на аналоговом выходе. В плотномере-вискозиметре имеется цифровое представление измеренных и расчетных параметров, что дает повышенную точность и большую интеграцию в цифровые сети и системы.

Последовательный интерфейс RS-485 в плотномере-вискозиметре использует для связи протокол Modbus RTU, широко применяемый во многих отраслях промышленности. Детальное описание протокола содержится в "Modbus Protocol Reference Guide" (PI-MBUS-200 Rev.D). (1992), опубликованном Modicon Industrial Automation Systems Inc., Massachusetts.

Сеть Modbus может иметь одновременно только одно **управляющее устройство** и до **250 ведомых устройств**. Плотномер-вискозиметр работает как ведомое устройство и связывается по сети только когда получает запрос от управляющего устройства, как, например, компьютера или контроллера.

Вся информация хранится в ячейках памяти плотномера-вискозиметра, именуемых **регистрами Modbus**. Здесь содержатся все данные, необходимые для управления работой, вычислений и вывода данных плотномера-вискозиметра. Связь Modbus с плотномером-вискозиметром заключается в прочтении и записи информации в эти регистры.

Плотномер-вискозиметр использует три команды Modbus:

- Команда 3 Read Modbus Holding Register;
- Команда 4 Read Modbus Input Register;
- Команда 16 Write Holding Modbus Register.

С помощью Команды 3 и 4 можно прочесть, а командой 16 записать не более 100 регистров.

Программа «СМАРТМОН» дает Вам возможность конфигурировать плотномер-вискозиметр, читать и записывать регистры Modbus без необходимости знания протокола Modbus.

Для чтения текущего состояния регистров конфигурации и измеренных значений, может быть использован любой доступный OPC-сервер приборов по протоколу Modbus RTU.

Запись регистров разрешается через меню индикатора или вводом ключа по протоколу Modbus RTU.

#### 3.2 Реализация MODBUS

##### 3.2.1 Объем и содержание регистров

Все регистры для команд 3 и 16 являются 32-битовыми (будь то целочисленные (ЦЧ) или с плавающей запятой (ПЗ)). Для команды 4 эти регистры разбиваются на 2 16-битовых регистра для полного соответствия спецификации Modbus. Все величины с плавающей запятой в формате с одинарной точностью IEEE.

Для команд 3 и 16, регистры непрерывны в регистровом «адресном пространстве» Modbus. Имеется взаимно однозначное соответствие 32-битовых номеров регистров плотномера-вискозиметра 16-битовым номерам регистров Modbus. Следовательно, только полные 32 бита любого регистра могут быть доступны. Верхний и нижний 16-битовые сегменты имеют один и тот же регистровый номер Modbus и, соответственно, не могут быть прочитаны по отдельности. Для команды 4, верхний и нижний 16-битовые сегменты имеют разные регистровые номера Modbus и могут быть прочитаны по отдельности, но имеют смысл только как 32-битные целочисленные или с плавающей запятой. Адресация регистров для команды 4 приведена в таблице E.1.

Для команд 3 и 16, Вы должны указать действительное число регистров который Вы хотите прочесть, в поле «номеров регистров». Например, чтобы прочесть один 32-битовый регистр в этом режиме, используйте '1'.

Для команды 4 Вы должны указать номер первого из 16-битовых регистров 32-битовой переменной, который Вы хотите прочесть, в поле «номеров регистров». Например, чтобы прочесть один 32-битовый регистр, используйте '2'. При попытке прочесть нечетное количество регистров появится ошибка чтения данных.

Таблица 3.1 – Адресация и назначение регистров плотномера-вискозиметра

Регистры		Функция	Тип данных
Команды 3 и 16	Команда 4		
9	18, 19	Время усреднения вывода	Длинное ЦЧ
14	28, 29	Коэффициент ШИМ для аналогового выхода 4 мА	Длинное ЦЧ
15	30, 31	Коэффициент ШИМ для аналогового выхода 20мА	Длинное ЦЧ
20	40, 41	Калибровочный коэффициент платинового термометра сопротивления	ПЗ 4 байта
21	42, 42	Калибровочный коэффициент кварцевого генератора	ПЗ 4 байта
30	60, 61	Зависимый адрес Modbus	Длинное ЦЧ
61	122, 123	Тип аппаратного обеспечения	Длинное ЦЧ
64	128, 129	Защищенная от записи копия коэффициента ПТС	ПЗ 4 байта
65	130, 131	Защищенная от записи копия кварцевого коэффициента	ПЗ 4 байта
66	132, 133	Защищенная от записи копия коэффициента ШИМ аналогового выхода 4 мА	Длинное ЦЧ
67	134, 135	Защищенная от записи копия коэффициента ШИМ аналогового выхода 20 мА	Длинное ЦЧ
128	256, 257	K0	ПЗ 4 байта
129	258, 259	K1	ПЗ 4 байта
130	260, 261	K2	ПЗ 4 байта
131	262, 263	K18	ПЗ 4 байта
132	264, 265	K19	ПЗ 4 байта
192	384, 385	Защищенная от записи копия КО	ПЗ 4 байта
193	386, 387	Защищенная от записи копия K1	ПЗ 4 байта
194	388, 389	Защищенная от записи копия K2	ПЗ 4 байта
195	390, 391	Защищенная от записи копия K18	ПЗ 4 байта
196	392, 393	Защищенная от записи копия K19	ПЗ 4 байта
201	402, 403	Дата первичной калибровки прибора	Длинное ЦЧ
202	404, 405	Дата последней калибровки прибора	Длинное ЦЧ
203	406, 407	Серийный номер прибора	Длинное ЦЧ
204	408, 409	Тип прибора	Длинное ЦЧ
257	514, 515	Поправленная линейная плотность	ПЗ 4 байта
258	516, 517	Поправленная базовая плотность	ПЗ 4 байта
259	518, 519	Линейная температура	ПЗ 4 байта
263	526, 527	Сопротивление ПТС (в Омах)	ПЗ 4 байта
264	528, 529	Уровень сигнала катушки датчика (в Вольтах)	ПЗ 4 байта
265	530, 531	Величина добротности Q резонанса датчика	ПЗ 4 байта
267	534, 535	Версия программного обеспечения	Ряд

286	572, 573	Период А	ПЗ 4 байта
287	574, 575	Период В	ПЗ 4 байта
288	576, 577	Не поправленная линейная плотность	ПЗ 4 байта
289	578, 579	Линейная динамическая вязкость	ПЗ 4 байта
290	580, 581	Линейная кинематическая вязкость	ПЗ 4 байта
322	644, 645	Защищенная от записи копия V0	ПЗ 4 байта
323	646, 647	Защищенная от записи копия V1	ПЗ 4 байта
324	648, 649	Защищенная от записи копия V2	ПЗ 4 байта
326	652, 653	Защищенная от записи копия V3	ПЗ 4 байта
327	654, 655	Защищенная от записи копия V4	ПЗ 4 байта
422	844, 845	V0	ПЗ 4 байта
423	846, 847	V1	ПЗ 4 байта
424	848, 849	V2	ПЗ 4 байта

### 3.2.2 Установка связи, чтение и запись регистров через программу «СМАРТМОН»

1. Запустить программу «СМАРТМОН» на компьютере к которому подключён плотномер-вискозиметр.
2. В окне выбора COM-порта указать порт, к которому подключён плотномер-вискозиметр по интерфейсу RS-485.
3. Нажать кнопку «Открыть порт». В случае успешного события кнопка станет неактивной и появится надпись «Порт открыт». Параметры порта заданы по умолчанию.
4. Нажать на кнопку «Найти устройства». Программа последовательно опросит адреса от нулевого до 55.
5. В списке под кнопкой появятся все обнаруженные устройства. Опрашивать следует только устройства, обозначенные в списке как «Smart»
6. На панели программы начнут отображаться текущие значения плотности, периода колебаний, динамической и кинематической вязкости, добротности и температуры плотномера-вискозиметра.
7. Для просмотра и изменения калибровочных коэффициентов нажмите кнопку «Калибровочные коэффициенты». Откроется окно, в котором отображены наименования и значения параметров и калибровочных коэффициентов.
8. Для изменения доступны только действующие коэффициенты при условии разрешения записи в меню плотномера-вискозиметра (см. Описание алгоритма операций с клавиатурой и дисплеем). Формат чисел смотрите в таблице 3.1.
9. Для записи новых значений нажмите кнопку «Записать новые значения». Записывается вся группа регистров.
10. Для восстановления заводских настроек нажмите кнопку «Восстановить заводские значения регистров».

### 3.2.3 Установка связи и чтение регистров через OPC – сервер

11. Запустить программу OPC-сервер в соответствии с документацией.
12. Создать объект подключения по COM-порту согласно инструкции OPC-сервера. Задать имя объекта согласно функциональному назначению.
13. Настроить подключение COM-порта, согласно таблице.

Таблица 3.2 - Характеристики подключения к серверу через COM-порт

Тип протокола	MODBUS RTU
Таймаут ожидания ответа	500мс
Количество попыток	3
Пауза перед запросом	0 мс
Номер COM-порта	X
Скорость обмена	9600
Кол-во бит данных	8
Кол-во стоп-бит	1
Контроль четности	нет
Наличие эха	нет
Управление RTS	нет
Управление DTR	нет

14. Создать новое устройство для обмена данных, если это предусмотрено в программе OPC-сервера.
  - 14.1. Задать имя устройства.
  - 14.2. Задать адрес устройства (сетевой адрес).
15. Создать группы тегов, разделив теги по назначению. Присвоить группам соответствующие имена.
16. Создать в группах теги.
  - 16.1. Выбрать из таблицы 1 Приложения 3 руководства по эксплуатации требуемый регистр для опроса.
  - 16.2. Задать имя тега с учетом принятых норм и его функционального назначения опрашиваемого регистра.
  - 16.3. Задать адрес регистра из таблицы 1 для команды 4, добавив единицу (пример: Адрес регистра в таблице - 100, записать в графу – 101).
  - 16.4. Задать тип значения соответствующий тегу.
  - 16.5. Задать тип регистра как Входной регистр.
  - 16.6. Запустить режим мониторинга.
  - 16.7. Переключить на окно мониторинга тега, убедиться, что данные с устройства поступают на тэг.
17. Повторить пункт 6 для всех регистров.

## Приложение И

(обязательное)

Плотномер-вискозиметр проводит постоянную самодиагностику и выявление нештатных ситуаций и неисправностей. При обнаружении неисправностей в исполнении 4XX на жидкокристаллическом индикаторе отображаются коды ошибок, представленные в таблице 3.3, в исполнении 1XX коды ошибок передаются по цифровому интерфейсу.

Таблица И.3 - Коды неисправностей, отображаемые на дисплее прибора.

Вид неисправности	Код ошибки
Отказ ПЗУ (постоянного запоминающего устройства) программы по контрольной сумме	Err1
Отказ ППЗУ (программируемого постоянного запоминающего устройства) коэффициентов по контрольной сумме	Err2
Поверхность чувствительного элемента загрязнена отложениями;	Err3
Неисправность чувствительного элемента	Err4
Неисправность электронной схемы возбуждения колебаний	Err5
Неисправность электронной схемы измерения температуры	Err6
Выход измеренного значения плотности из диапазона, назначенного коэффициентами ППЗУ	Err7