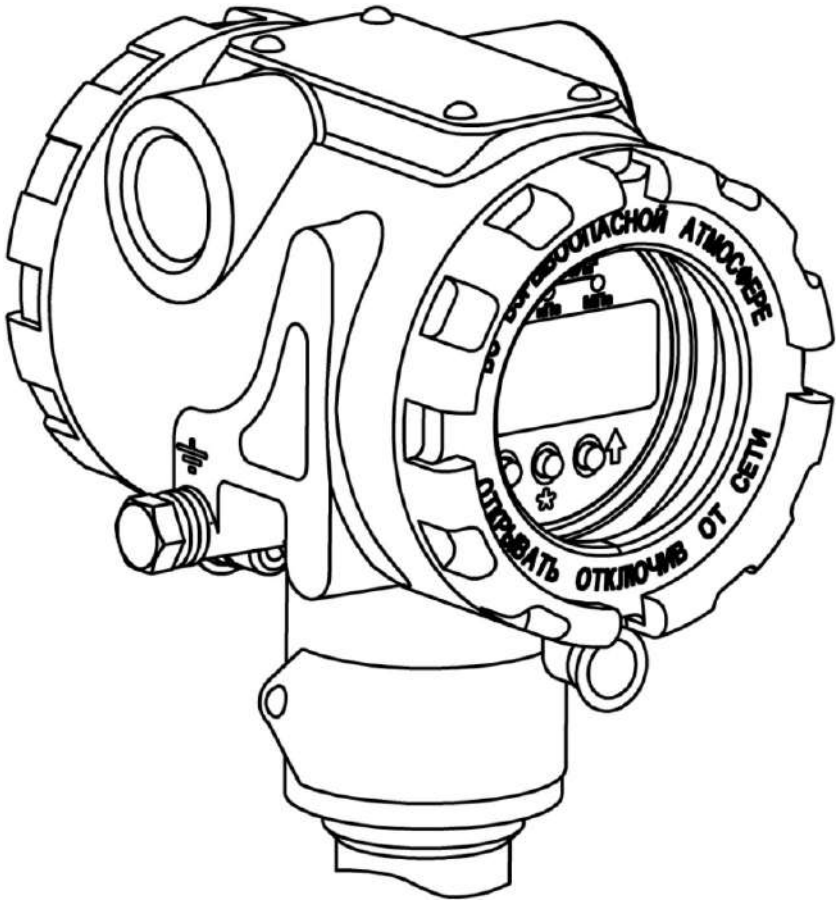
26.51.52

ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ Агат-100МТ

Руководство по эксплуатации

АГСТ.300.000.00-01 РЭ

Версия 1.31



Содержание

1	Описание и работа	4
1.1	Назначение	4
1.2	Технические данные	7
1.3	Устройство и работа датчика	20
1.4	Маркировка и пломбирование	23
1.5	Тара и упаковка	24
1.6	Обеспечение взрывозащищенности	25
2	Использование по назначению	27
2.1	Общие указания	27
2.2	Указание мер безопасности	29
2.3	Обеспечение взрывозащищенности датчиков при монтаже	30
2.4	Порядок установки	31
2.5	Измерение параметров, настройка и калибровка датчиков	37
2.6	Проверка технического состояния	46
3	Техническое обслуживание и ремонт	47
3.1	Порядок технического обслуживания изделия	47
3.2	Возможные неисправности и способы их устранения	49
4	Транспортирование и хранение	51
5	Утилизация	51
Приложение А	Габаритные и присоединительные размеры датчиков	52
Приложение Б	Схемы внешних электрических соединений датчиков	58
Приложение В	Варианты кабельных вводов и электрических разъемов	60
Приложение Г	Варианты монтажных частей	62
Приложение Д	Чертеж средств взрывозащиты датчиков Агат-100МТ-Exd	72
Приложение Е	Список команд протокола MODBUS	76

Руководство по эксплуатации содержит технические данные, описание принципа действия и устройства, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации датчиков давления Агат-100МТ на базе интерфейса RS-485 с протоколом обмена MODBUS RTU.

Руководство по эксплуатации распространяется на датчики Агат-100МТ, изготавливаемые для нужд народного хозяйства и для поставки на экспорт.

Постоянное техническое совершенствование датчиков давления может привести к непринципиальным расхождениям между конструкцией, схемой датчика и текстом сопроводительной документации.

1 Описание и работа

1.1 Назначение

1.1.1 Датчики давления Агат-100МТ (далее датчики) предназначены для непрерывного измерения и преобразования измеряемой величины - давления абсолютного, избыточного, разрежения, давления-разрежения, гидростатического, разности давлений рабочих сред (жидкости, пара, газа) – в цифровой сигнал на базе интерфейса RS-485 с протоколом обмена Modbus.

Датчики соответствуют требованиям технического регламента ТР ТС 020/2011.

Датчики взрывозащищенного исполнения соответствуют требованиям технического регламента ТР ТС 012/2011 и предназначены для работы во взрывобезопасных и взрывоопасных условиях.

Датчики предлагаются с разными вариантами и конфигурациями, включая материалы конструкции, подходящие для различных условий применения. Потребитель несет единоличную ответственность за проведение тщательного анализа всех параметров технологического процесса (таких как химический состав, температура, давление, абразивные и загрязняющие вещества и т.д.) при выборе датчика и комплектующих для использования в конкретных условиях. Изготовитель не производит оценку совместимости выбранных материалов датчика технологической среде или другим параметрам технологического процесса.

Взрывозащищенные датчики с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка «d» имеют обозначение Агат-100МТ-Exd с маркировкой по взрывозащите «1Ex db IIC T5 Gb X» и соответствуют требованиям ГОСТ 31610.0 и ГОСТ IEC 60079-1 с уровнем взрывозащиты оборудования «Gb» для взрывоопасных газовых сред и предназначены для работы во взрывоопасных зонах, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом категории IIC.

Знак "X" в маркировке взрывозащиты указывает на особые условия эксплуатации датчиков Агат-100МТ-Exd, связанные с тем, что:

- при эксплуатации необходимо принимать меры защиты от превышения температуры наружной поверхности датчика вследствие нагрева от измеряемой среды выше значения, допустимого для температурного класса Т5 по ГОСТ 31610.0;

- взрывозащита обеспечивается при давлении не превышающем максимального значения, допустимого для данной модели;

- датчики должны эксплуатироваться с сертифицированными кабельными вводами и заглушками, которые обеспечивают необходимый вид и уровень взрывозащиты оболочки согласно ГОСТ IEC 60079-1.

Датчики с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» имеют обозначение Агат-100МТ-Exi с маркировкой по взрывозащите – «0Ex ia IIC T5 Ga X» и соответствуют требованиям ГОСТ 31610.0, ГОСТ 31610.11 с уровнем взрывозащиты оборудования «ia» и «Ga» для взрывоопасных газовых сред.

Знак "X" в маркировке взрывозащиты датчиков Агат-100МТ-Exi указывает на особые условия эксплуатации, связанные с тем что:

- при эксплуатации необходимо принимать меры защиты от превышения температуры наружной поверхности датчика вследствие нагрева от измеряемой среды выше значения, допустимого для температурного класса Т5 по ГОСТ 31610.0;

- применение датчиков разрешается с вторичными устройствами, устанавливаемыми вне взрывоопасных зон помещений и наружных установок, являющихся искробезопасными уровня «ia», величины максимального выходного напряжения, максимального выходного тока искробезопасных электрических цепей которых не превышают значений соответственно 30 В, 100 мА, а также имеющими свидетельства о взрывозащищенности.

Взрывозащищенные датчики с использованием двух видов взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» и «искробезопасная электрическая цепь» имеют обозначение Агат-100МТ-Exdia с маркировкой по взрывозащите «1Ex db [ia Ga] IIC T5 Gb X».

1.1.2 Датчики могут передавать информацию об измеряемой величине в цифровом виде на базе интерфейса RS-485 с протоколом обмена Modbus. Этот цифровой сигнал может приниматься и обрабатываться любым устройством, поддерживающим протокол Modbus. Цифровой выход используется для связи датчика с персональным компьютером через стандартный последовательный порт и дополнительный RS-485 модем, при этом может выполняться чтение измеряемого давления, настройка датчика, выбор его основных параметров, перенастройка диапазонов измерений, корректировка «нуля» и ряд других операций.

1.1.3 При заказе датчика должно быть указано условное обозначение датчика, которое составляется по структурной схеме. При обозначении датчика в документации другой продукции, должно быть указано условное обозначение датчика и обозначение технических условий – ТУ 26.51.52-002-65945295-2017.

Структурная схема обозначения датчика Агат-100МТ

Агат-100МТ-Exd - ДИ-1151 - (0...2,5)МПа - 015 - Mbs - ЦИ
1 2 3 4 5 6

- t4580 - Н - Т - Б - К01 - М20 - СК - R1 - S - КБуст - КС - Кр - ПП
7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

№	Код	Наименование исполнения датчика
1		Обозначение модели датчика согласно таблице 1
2		Код исполнения модели датчика по типу и диапазону измеряемого давления согласно таблице 2
3		Нижний и верхний предел (диапазон) измерения, согласно таблице 2
4		Код предела допускаемой основной приведенной погрешности согласно таблице 3
5	**Hart42** **Hart42v** **Hart24** **Mbs**	Код выходного сигнала: - аналоговый токовый сигнал 4-20 мА совмещённый с HART-протоколом; - аналоговый токовый сигнал 4-20 мА совмещённый с HART-протоколом, с функцией корнеизвлечения; - аналоговый токовый сигнал 20-4 мА совмещённый с HART-протоколом; - цифровой выходной сигнал с интерфейсом RS-485 по протоколу Modbus
6	**ЦИ** **ЦИК**	Встроенный светодиодный цифровой индикатор Встроенный светодиодный цифровой индикатор и солнцезащитный козырек (см. рис. Г.10)
7	**t4380** **t4580** **t6080** **t1070**	Температурный диапазон эксплуатации датчиков: - от минус 43 ºС до плюс 80 ºС - от минус 45 ºС до плюс 80 ºС - от минус 60 ºС до плюс 80 ºС - от минус 10 ºС до плюс 70 ºС
8	**Н**	Дополнительная технологическая наработка датчиков.
9	**Т**	Вывод значения температуры приемника давления по протоколу HART (не является метрологической характеристикой)
10	**Б**	Бирка маркировочная по заказу потребителя
11		Код ввода кабельного Кхх или разъема штепсельного ШРхх или GSP, согласно приложению В
12		Код монтажных частей, согласно приложению Г
13		Код монтажного кронштейна, согласно приложению Г
14	**-** **R1** **R2**	Код резьбы штуцера (только для моделей согласно рис. А.4-А.6): - М20х1,5 наружная (базовое исполнение) - 1/2NPT внутренняя - 1/2NPT наружная
15	**S**	Исполнение присоединительного штуцера из стали 10Х17Н13М2Т (только для моделей согласно рис. А.5 и А.6)
16	**КБуст**	Указывается при заказе датчика с установленным блоком клапанным. Блок клапанный оформляется отдельной строкой заказа. В паспорте на датчик делается отметка о проведении испытания на герметичность сборки «датчик + блок клапанный»
17	**КС**	Упаковка для районов Крайнего Севера согласно ГОСТ 15846
18	**-** **Кр** **Сн** **Нс**	Код корпуса: - алюминиевый сплав, цвет светло-серый RAL7035 (базовое исполнение) - алюминиевый сплав, цвет красный RAL3020 - алюминиевый сплав, цвет синий RAL5017 - нержавеющая сталь
19	**СП** **ПП** **СПП**	Оформление отдельного свидетельства о поверке датчика Оформление отдельного протокола поверки датчика Оформление отдельных свидетельства и протокола поверки датчика

1.2 Технические данные

1.2.1 В зависимости от условий эксплуатации и вида взрывозащиты датчики имеют обозначения модели, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Обозначение модели	Наименование исполнения
Агат-100МТ	Общепромышленное
Агат-100МТ-Exd	Взрывобезопасное с видом взрывозащиты «d» – «взрывонепроницаемая оболочка»
Агат-100МТ-Exi	Взрывобезопасное с видом взрывозащиты – «искробезопасная электрическая цепь» с уровнем «ia» – «особовзрывобезопасный»
Агат-100МТ-Exdia	Взрывобезопасное с использованием двух видов взрывозащиты – «взрывонепроницаемая оболочка «d» и «искробезопасная электрическая цепь с уровнем «ia»

1.2.2 Обозначение исполнений модели датчика в зависимости от типа измеряемого давления, максимального *Pmax* и минимального *Pmin* верхнего предела (диапазона) измерений приведены в таблице 2.

1.2.3 Датчики являются многопредельными и настраиваются на верхний предел измерения или диапазон измерений от *Pmin* до *Pmax* в соответствии с таблицей 2.

Датчики выпускаются с предприятия-изготовителя со стандартной настройкой параметров:

- время демпфирования выходного сигнала 0,4 с;

- защита от несанкционированного изменения настроек – выключена.

Таблица 2

Тип измеряемого давления	Код исполнения	Верхний предел измерения	
		Мин. (P_{min})	Макс. (P_{max})
1	2	3	4
Абсолютное	ДА-1020	2,5 кПа	10 кПа
	ДА-1030	4,0 кПа	40 кПа
	ДА-1040	25 кПа	250 кПа
	ДА-1041	60 кПа	600 кПа
	ДА-1042		
	ДА-1050	250 кПа	2,5 МПа
	ДА-1051		
	ДА-1052		
	ДА-1060	1,6 МПа	16 МПа
	ДА-1061		
	ДА-1062		
Избыточное	ДИ-1110	0,16 кПа	1,6 кПа
	ДИ-1120	0,6 кПа	10 кПа
	ДИ-1130	1,6 кПа	40 кПа
	ДИ-1140	10 кПа	250 кПа
	ДИ-1141	25 кПа	600 кПа
	ДИ-1142		
	ДИ-1143	60 кПа	1,6 МПа
	ДИ-1144		
	ДИ-1150	0,1 МПа	2,5 МПа
	ДИ-1151		
	ДИ-1152		
	ДИ-1153	0,25 МПа	6 МПа
	ДИ-1154		
	ДИ-1160	0,6 МПа	16 МПа
	ДИ-1161		
	ДИ-1162		
	ДИ-1163	1 МПа	25 МПа
	ДИ-1167	4 МПа	60 МПа
	ДИ-1168		
	ДИ-1170	4 МПа	100 МПа
	ДИ-1171		
Разрежение	ДВ-1210	0,16 кПа	1,6 кПа
	ДВ-1220	1,0 кПа	10 кПа
	ДВ-1230	4,0 кПа	40 кПа
	ДВ-1240	10 кПа	100 кПа

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Избыточное давление - разрежение	ДИВ-1310	Разрежения:0,125кПа Избыточного давления: 0,125 кПа	Разрежения:0,8 кПа Избыточного давления: 0,8 кПа
	ДИВ-1320	Разрежения:0,5 кПа Избыточного давления: 0,5 кПа	Разрежения:5 кПа Избыточного давления: 5 кПа
	ДИВ-1330	Разрежения:2 кПа Избыточного давления: 2 кПа	Разрежения:20 кПа Избыточного давления: 20 кПа
	ДИВ-1340	Разрежения:12,5 кПа Избыточного давления: 12,5 кПа	Разрежения:100кПа Избыточного давления: 150 кПа
	ДИВ-1345	Разрежения:12,5 кПа Избыточного давления: 12,5 кПа	Разрежения:300кПа Избыточного давления: 330 кПа
	ДИВ-1341	Разрежения:31,5 кПа Избыточного давления: 31,5 кПа	Разрежения:100кПа давления: 530 кПа
	ДИВ-1342		
	ДИВ-1350	Разрежения:50 кПа Избыточного давления: 50 кПа	Разрежения:100 кПа Избыточного давления: 2,4 МПа
	ДИВ-1351		
	ДИВ-1352		
Разность давлений	ДД-1410	0,16 кПа	1,6 кПа
	ДД-1420	0,63кПа	10 кПа
	ДД-1430	1,6 кПа	40 кПа
	ДД-1434		
	ДД-1440	10 кПа	250 кПа
	ДД-1444		
	ДД-1450	0,16 МПа	1,6 МПа
	ДД-1460	0,630 МПа	16 МПа
Гидростатическое давление	ДГ-1530	1,6 кПа	40 кПа
	ДГ-1540	10 кПа	250 кПа

1.2.4 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности (γ) датчиков, выраженные в процентах от верхнего предела измерения или диапазона измерения, не превышают значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3 - значения γ датчиков

Код предела допускаемой основной приведенной погрешности	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности γ, % от верхнего предела измерений			Применяемость по моделям в зависимости от верхнего предела измерения P_{max}		
	$\frac{Pmax}{4} \le Pв \le Pmax$	$\frac{Pmax}{10} \le Pв < \frac{Pmax}{4}$	$\frac{Pmax}{25} \le Pв < \frac{Pmax}{10}$	$P_{max} \ge 600$ кПа	$600 > P_{max} \ge 10$ кПа	$10 > P_{max} \ge 1{,}6$ кПа
005	±0,05	±0,1	±0,5	+	-	-
006	±0,065	±0,1	±0,5	+	-	-
007	±0,075	±0,1	±0,5	+	+	-
010	±0,1	±0,1	±0,5	+	+	-
015	±0,15	±0,15	±0,5	+	+	-
020	±0,2	±0,2	±0,5	+	+	+*
025	±0,25	±0,25	±0,5	+	+	+*
050	±0,5	±0,5	±1	+	+	+
100	±1			+	+	+

Примечание.

* - кроме ДА-1020

Pmax – максимальный верхний предел (диапазон) измерений для данной модели датчика (сумма абсолютных максимальных значений верхних пределов измерений избыточного давления и разрежения для датчиков ДИВ), указанный в таблице 2.

Pв – верхний предел или диапазон измерений модели, выбранный в соответствии с графами 3, 4 таблицы 2:

- для датчиков ДИ, ДА, ДВ, ДД, ДГ диапазон измерения численно равен верхнему пределу измерения, нижний предел значения измеряемой величины численно равен нулю;
- для датчиков ДИВ - сумма абсолютных значений верхних пределов измерений избыточного давления *Pв* и разрежения *Pв(-)*, значение измеряемого параметра равного нулю находится внутри диапазона

1.2.5 Вариация выходного сигнала $\gamma_г$ датчиков не превышает абсолютного значения предела допускаемой основной приведенной погрешности $|\gamma|$.

1.2.6 Изменение начального значения выходного сигнала датчиков разности давлений и гидростатического давления, вызванное изменением рабочего избыточного давления $P_{раб}$ от нуля до предельно допускаемого $P_{изб}$ и от предельно допускаемого до нуля, выраженное в процентах от диапазона изменения выходного сигнала, не должно превышать значений $\gamma_р$ определяемых формулой

$$\gamma_р = K_р \cdot P_{раб} \cdot \frac{P_{\max}}{P_в} \qquad (1)$$

Значения $K_р$ приведены в таблице 4.

Таблица 4

Исполнение датчика	$K_р$	$P_{изб}$, МПа
ДД-1410	±0,2/1МПа	4
ДД-1420	±0,08/1МПа	10
ДД-1430, ДД-1440	±0,04/1МПа	25
ДД-1434, ДД-1444		40
ДГ-1530, ДГ-1540		4
ДД-1450, ДД-1460	±0,02/1МПа	25

1.2.7 Датчики имеют электронное демпфирование выходного сигнала которое характеризуется временем усреднения результатов измерения ($t_Д$). Время усреднения результатов измерения увеличивает время установления выходного сигнала. Значения времени выбирается из ряда: 0; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2; 6,4; 12,8; 25,6 с.

1.2.8 Электрическое питание датчиков Агат-100МТ и взрывозащищенного датчика Агат-100МТ-Exd с кодом исполнения Mbs (на базе интерфейса RS-485 с

протоколом Modbus) должно осуществляться от источника питания постоянного тока напряжением от 8 до 30 В.

Номинальное напряжение питания Uном = 24±0,5 В.

Электрическое питание датчиков взрывозащищенного исполнения Агат-100МТ-Exi должно осуществляться от искробезопасных цепей барьеров (блоков), имеющих вид взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь" с уровнем взрывозащиты искробезопасной электрической цепи "ia" для взрывоопасных смесей подгруппы IIC, при этом максимальное выходное напряжение барьеров U_0 не должно превышать 30 В, а максимальный выходной ток I_0 не должен превышать 100 мА.

1.2.9 Электрические параметры питания датчиков Агат-100МТ-Exi должны соответствовать:

- максимальное входное напряжение, U_i – 30 В;
- максимальный входной ток, I_i – 100 мА;
- максимальная входная мощность, P_i - 0,8 Вт;
- максимальная внутренняя индуктивность (L_i) - 300 мкГн;
- максимальная внутренняя емкость, C_i – 10 нФ.

1.2.10 Источник питания датчиков в эксплуатационных условиях, должен удовлетворять следующим требованиям:

- сопротивление изоляции не менее 20 МОм;
- выдерживать испытательное напряжение при проверке электрической прочности изоляции 1,5 кВ;
- пульсация выходного напряжения не должна превышать 0,5% от номинального значения выходного напряжения при частоте гармонических составляющих, не превышающей 500 Гц;
- прерывание питания не более 20 мс;

1.2.11 Схемы внешних электрических соединений датчиков приведены в приложении Б.

1.2.12 Потребляемая мощность датчика не более 0,25 В•А.

1.2.13 Датчики имеют защиту от обратной полярности напряжения питания.

1.2.14 Датчики устойчивы к воздействию температуры окружающего воздуха от минус 60 до плюс 80°С.

В базовом исполнении датчики изготавливают с рабочим диапазоном температур окружающего воздуха в пределах от минус 43 до плюс 80°С (код температурного исполнения t4380), По требованию заказчика датчик может быть откалиброван в соответствии с кодом заказа температурного исполнения, например:

а) код t1070 - от минус 10 до плюс 70°С;

б) код t4580 - от минус 45 до плюс 80°С;

в) код t6080 - от минус 60 до плюс 80°С, кроме модели ДД-1450.

1.2.15 Дополнительная приведенная погрешность датчиков, вызванная изменением температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур (1.2.14), выраженная в процентах от диапазона изменения выходного сигнала, на каждые 10°С не превышает значений γm, указанных в таблице 5.

Таблица 5

Код предела допускаемой основной приведенной погрешности	γm, % от верхнего предела измерения		Исполнения датчиков
	Pmax/10 ≤ Pв ≤ Pmax	Pmax/25 ≤ Pв < Pmax/10	
005 006 007 010 015	$\pm (0{,}03 + 0{,}04\frac{P_{max}}{P_в})$	$\pm (0{,}1 + 0{,}04\frac{P_{max}}{P_в})$	1141, 1143, 1151, 1153, 1161, 1163, 1167, 1171, 1041, 1051, 1061, 1341, 1351
	$\pm (0{,}05 + 0{,}05\frac{P_{max}}{P_в})$	$\pm (0{,}1 + 0{,}04\frac{P_{max}}{P_в})$	Все остальные исполнения, кроме 1110, 1210, 1310, 1410
020 025 050 100	$\pm (0{,}05 + 0{,}05\frac{P_{max}}{P_в})$	$\pm (0{,}1 + 0{,}04\frac{P_{max}}{P_в})$	1141, 1143, 1151, 1153, 1161, 1163, 1167, 1171, 1041, 1051, 1061, 1341, 1351
	$\pm (0{,}1 + 0{,}05\frac{P_{max}}{P_в})$		Все остальные исполнения

1.2.16 По устойчивости к механическим воздействиям датчики соответствуют исполнениям, указанным в таблице 6.

Таблица 6

Группа	Исполнение датчика	Виброустойчивое исполнение по ГОСТ Р 52931
1	ДИ-1110, ДВ-1210, ДИВ-1310, ДД-1410	L3
2	Все остальные модели	V2

Направление вибрации должно соответствовать указанному в приложении А.

1.2.17 Дополнительная приведенная погрешность, вызванная воздействием вибрации (1.2.16), выраженная в процентах от верхнего предела измерения, не превышает значений γf, определяемых формулами:

- для моделей группы 1:

$$\gamma_f = \pm 0{,}25 \cdot \left(\frac{P_{\max}}{P_в} \right)\% , \qquad (2)$$

- для моделей группы 2:

$$\gamma_f = \pm 0{,}1 \cdot \left(\frac{P_{\max}}{P_в} \right)\% , \qquad (3)$$

1.2.18 Датчики устойчивы к воздействию внешнего переменного магнитного поля частотой 50 Гц и напряженностью 400 А/м и внешнего постоянного магнитного поля напряженностью 400 А/м.

1.2.19 Дополнительная приведенная погрешность датчиков, вызванная воздействием внешнего магнитного поля (1.2.18), не превышает 20% от предела допускаемой основной приведенной погрешности.

1.2.20 Датчики устойчивы к воздействию электромагнитных помех:

а) по ГОСТ 30804.4.3 в полосе частот 80-1000 МГц, степень жесткости 3;

б) по ГОСТ 30804.4.4, степень жесткости 3;

в) по ГОСТ 30804.4.2, степень жесткости 4;

г) по ГОСТ Р 51317.4.6, степень жесткости 3;

д) по ГОСТ Р 50648, степень жесткости 5;

е) по ГОСТ Р 50649, степень жесткости 5;

ж) по ГОСТ Р 50652, степень жесткости 5;

з) по ГОСТ Р 51317.4.5, степень жесткости 2 при подаче помехи по схеме «провод-провод» и степень жесткости 3 при подаче помехи по схеме «провод-земля». Критерий качества функционирования – А.

1.2.21 Датчики соответствуют нормам помехоэмиссии, установленным для класса Б по ГОСТ Р 51318.11.

1.2.22 Датчики устойчивы к воздействию атмосферного давлении от 84,0 до 106,7 кПа (группа Р1 ГОСТ Р 52931).

1.2.23 Датчики устойчивы к воздействию относительной влажности окружающего воздуха до 95 % при температуре окружающего воздуха плюс 35 °С и более низких температурах, без конденсации влаги.

1.2.24 Датчики сохраняют работоспособность после воздействия солнечного излучения: интегральная плотность излучения – 1120 Вт/м², плотность потока ультрафиолетовой части спектра – 68 Вт/м² по ГОСТ 15150.

1.2.25 Датчики устойчивы к воздействию дождя с интенсивностью 5 мм/мин по ГОСТ 15150.

1.2.26 Степень защиты датчиков от воздействия пыли и воды соответствует IP66 и IP67 по ГОСТ 14254-2015.

1.2.27 Датчики Агат-100МТ фланцевого исполнения со стороны плюсовой и минусовой камер выдерживают в течение 1 мин. перегрузку давлением Рперегр, согласно таблице 7.

Таблица 7

Исполнение датчика	Рперег, МПа
ДИ-1110, ДВ-1210, ДИВ-1310, ДД-1410 ДГ-1530, ДГ-1540	4
ДИ-1120, ДВ-1220, ДИВ-1320, ДД-1420	10
ДИ-1130, ДВ-1230, ДИВ-1330, ДИВ-1430ДИ-1140, ДИВ-1240, ДИВ-1340, ДИВ-1345, ДД-1440, ДД-1450, ДД-1460	25
ДД-1434, ДД-1444	40

1.2.28 Датчики давления Агат-100МТ штуцерного исполнения выдерживают перегрузку давлением в 1,5 раза большим, чем верхний предел измерения:

- ДА, исполнений 1041, 1042, 1051, 1061, 1050, 1060, 1052, 1062.

- ДИ, исполнений 1141, 1143, 1151, 1153, 1161, 1163, 1150, 1160, 1142, 1144, 1152, 1154, 1162.

- ДИВ, исполнений 1341, 1342, 1350, 1351, 1352.

Датчики исполнений ДИ-1167 и 1168 должны выдерживать перегрузку в 1,15 раза и исполнений ДИ-1170 и ДИ-1171 в 1,1 раза больше чем верхний предел измерения.

Датчики ДА с верхним пределом измерения менее 0,1 МПа выдерживают перегрузку от воздействия атмосферного давления.

1.2.29 Датчики изготавливаются в двух исполнениях:

- без цифрового индикатора;

- со встроенным светодиодным цифровым индикатором (код ЦИ).

Индикатор имеет возможность поворачиваться на ±360º с шагом 90º.

1.2.30 Корпус электронного преобразователя датчиков поворачивается относительно преобразователя давления на ±180º от установленного положения на предприятии – изготовителе.

1.2.31 Датчики имеют внешнюю кнопку, расположенную на корпусе электронного преобразователя, для смещения характеристики датчика (калибровка «нуля») от монтажного положения на объекте. В датчиках абсолютного давления (ДА) внешняя кнопка калибровки «нуля» отключена.

1.2.32 Пределы допускаемого при калибровке «нуля» смещения характеристики датчика в зависимости от установленного диапазона измерений соответствуют приведенным в таблице 8.

Таблица 8

Пределы установленного диапазона измерений	Предел смещения характеристики датчика, % от диапазона измерений
$0,25Pmax \leq Pв \leq Pmax$	±5
$0,1Pmax \leq Pв < 0,25Pmax$	±10
$0,04Pmax \leq Pв < 0,1Pmax$	±25

1.2.33 Настройка и управление датчиком с цифровым индикатором осуществляется встроенными средствами, расположенными на корпусе индикатора и дистанционно при помощи управляющего устройства, поддерживающего протокол Modbus, а для датчиков без встроенного цифрового индикатора устройства только дистанционно при помощи управляющего устройства, поддерживающего протокол Modbus.

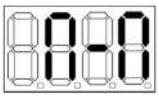
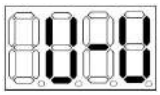
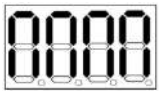
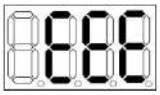
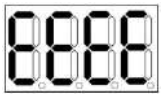
1.2.34 На цифровом индикаторе датчика в режиме измерения давления должны отображаться:

а) величина измеряемого давления в цифровом виде, в установленных при настройке единицах измерения (в датчиках ДИВ - с учетом знака) или в процентах от диапазона изменения выходного сигнала.

Пределы отображения измеряемого давления должны находиться от минус $0,01Pв$ до плюс $1,1Pв$.

б) индикация символов на цифровом индикаторе датчика в режиме отказа или выхода измеряемого давления за пределы, указанные в 1.2.33 должна соответствовать таблице 9.

Таблица 9

Символы на цифровом индикаторе	Содержание режима
	Измеряемое давление *Рв* выходит за предел - плюс *1,1Рв*
	Измеряемое давление *Рн* выходит за предел - минус *0,01Рв*
	Переполнение индикатора вследствие неправильно выбранных единиц измерения
	Отказ аналоговой части
	Нарушение связи с платой цифрового индикатора

1.2.35 Корпус датчиков имеет заземляющий зажим и знак заземления по ГОСТ 21130.

1.2.36 Средняя наработка на отказ датчика с учетом технического обслуживания, регламентируемого руководством по эксплуатации не менее 220000 ч.

1.2.37 Средний срок службы датчиков должен быть не менее 20 лет, кроме датчиков, эксплуатируемых при измерении параметров агрессивных сред, средний срок службы которых зависит от свойств агрессивной среды, условий эксплуатации и выбора применяемых материалов (1.2.48).

1.2.38 Стабильность датчиков не хуже ±0,1% от *Pmax* за 2 года.

1.2.39 Для датчиков при заказе кода "Н" проводится дополнительная технологическая наработка 360 ч.

1.2.40 Габаритные размеры датчиков должны соответствовать приложению А.

1.2.41 Материалы деталей, контактирующие с измеряемой средой:

- мембрана:

Для исполнений ДИ-1141, ДИ-1143, ДИ-1151, ДИ-1153, ДИ-1161, ДИ-1163, ДИ-1171, ДА-1041, ДА-1051, ДА-1061, ДИВ-1341, ДИВ-1351 – титан ВТ9 ГОСТ 19807;

Для исполнений ДА-1050, ДА-1060, ДА-1042, ДА-1052, ДА-1062, ДИ-1150, ДИ-1160, ДИ-1168, ДИ-1170, ДИ-1142, ДИ-1144, ДИ-1152, ДИ-1154, ДИ-1162, ДИВ-1342, ДИВ-1350, ДИВ-1352 – сталь 316L EN 10088-2.

Для всех остальных исполнений – сплав 36НХТЮ ГОСТ 10994.

- корпусные детали:

Для исполнений ДА-1050, ДА-1060, ДА-1042, ДА-1052, ДА-1062, ДИ-1150, ДИ-1160, ДИ-1168, ДИ-1170, ДИ-1142, ДИ-1144, ДИ-1152, ДИ-1154, ДИ-1162, ДИВ-1342, ДИВ-1350, ДИВ-1352 с кодом «S» в структурной схеме – сталь 10Х17Н13М2Т ГОСТ 5632.

Для всех остальных исполнений – сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632.

- дренажный клапан – сталь 14Х17Н2 ГОСТ 5632 (для датчиков ДД).
- кольцо уплотнительное – резина НО-68-1 ТУ 381051082.

1.2.42 Масса датчиков Агат-100МТ не должна превышать значений, указанных в таблице 10.

Таблица 10

Исполнение датчика	Масса не более, кг	
	Электронный блок из алюминиевого сплава	Электронный блок из нержавеющей стали
ДИ-1110, ДВ-1210, ДИВ-1310, ДД-1410	11,4	12,3
ДА-1020, ДА-1030, ДА-1040; ДИ-1120, ДИ-1130, ДИ-1140;ДВ-1220, ДВ-1230, ДВ-1240; ДИВ-1320, ДИВ-1330, ДИВ-1340, ДИВ-1345; ДД-1420, ДД-1430, ДД-1434, ДД-1440, ДД-1444, ДД-1450, ДД-1460	5,4	6,3
ДА-1041, ДА-1051, ДА-1061; ДИ-1141, ДИ-1143, ДИ-1151, ДИ-1153, ДИ-1161, ДИ-1163, ДИ-1167, ДИ-1171; ДИВ-1341, ДИВ-1351	1,2	2,1
ДА-1050, ДА-1060; ДИ-1150, ДИ-1160, ДИ-1168, ДИ-1170;ДИВ-1350	2,6	3,5
ДА-1042, ДА-1052, ДА-1062; ДИ-1142, ДИ-1144, ДИ-1152, ДИ-1154, ДИ-1162; ДИВ-1342, ДИВ-1352	1,6	2,5
ДГ-1530, ДГ-1540	9,1	10

1.2.43 Датчик имеет защиту преобразователя при воздействии грозовых или иных переходных перенапряжений комбинированной волны 1,2/50 мкс с максимальным значением напряжения 6 кВ и 8/20 мкс. с максимальным значением тока 3кА (испытательное воздействие класса III по ГОСТ Р 51992).

1.2.44 Датчик имеет возможность выбора единиц измерения. В зависимости от заказа, датчик поставляется с одним из четырех фиксированных вариантов единиц измерения, которые отображаются на индикаторе:

1) Па, кПа, МПа, %, кГс/см2, кГс/м2;

2) Па, кПа, МПа, %, кгс/см2, мм.вод.ст;

3) Па, кПа, МПа, %, кгс/см2, мм.рт.ст;

4) Па, кПа, МПа, %, мбар, бар.

1.3 Устройство и работа датчика

1.3.1 Конструкция и основные модули датчика

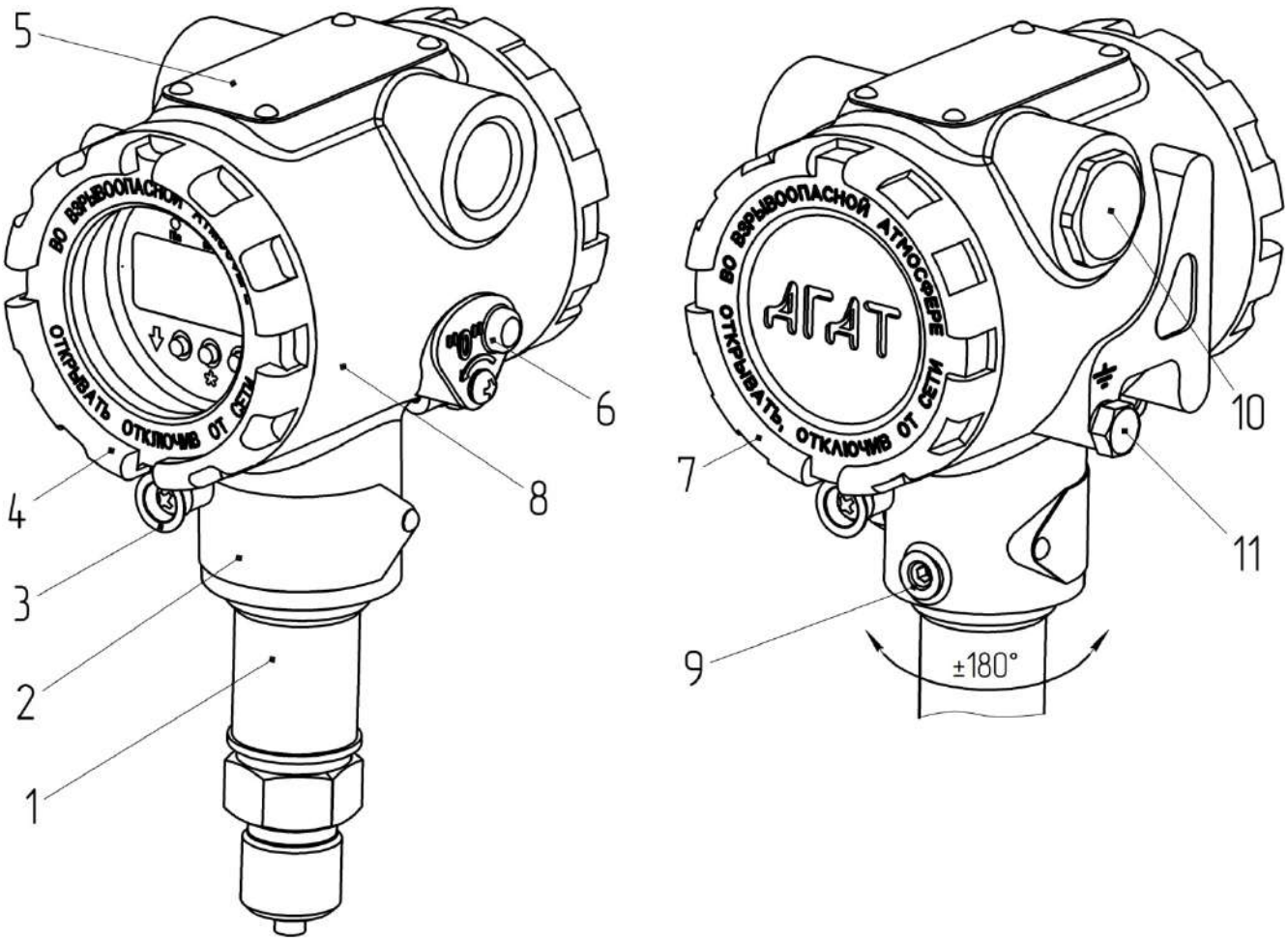


Рисунок 1 – Общий вид датчика давления Агат-100МТ

1 – Преобразователь давления
2 – Табличка сертификационная
3 – Чашка стопорная (для исполнения Exd)
4 – Крышка передняя
5 – Табличка
6 – Внешняя кнопка установки нуля
7 – Крышка задняя
8 – Электронный преобразователь
9 – Винт стопорный
10 – Заглушка
11 – Болт наружного заземления

Конструктивно датчик давления Агат-100МТ состоит из преобразователя давления 1 и электронного блока обработки сигналов 8.

Электронный блок 8 состоит из корпуса, в котором расположены: модуль микропроцессорный, модуль питания, модуль подключения (клеммная колодка) и блок индикации (для датчиков с кодом «ЦИ»).

Принцип действия датчика давления основан на тензорезистивном эффекте в полупроводниковом чувствительном элементе. Под воздействием измеряемой величины мембрана деформируется, вызывая изменение сопротивления тензорезисторов чувствительного элемента, а вследствие этого, изменение выходного электрического сигнала. Электрический сигнал преобразуется аналого–цифровым преобразователем в цифровой код, пропорциональный приложенному давлению. Цифровой код математическими методами пересчитывается в значение давления. Значение давления передается на цифровое индикаторное устройство, а так же на выход в виде цифрового сигнала протокола Modbus с интерфейсом RS-485.

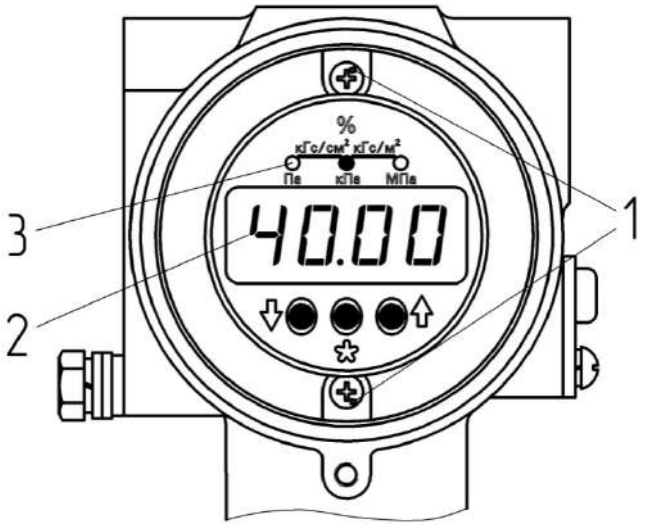


Рисунок 2 – Элементы цифрового индикатора

Значение измеряемого давления 2, единицы измерения 3, ошибки, возникающие в процессе работы датчика, отображаются на блоке индикации код "ЦИ" (см. рисунок 2).

Блок индикации может быть повернут относительно первоначальной установки на ±360° с дискретностью 90°. Для чего необходимо отвернуть два винта 1, вынуть блок индикации, повернуть в необходимое положение и вновь вставить. На кожухе блока индикации имеются направляющие, которые служат для ориентирования блока при установке.

Управление настройками индикатора осуществляется кнопками, расположенными на лицевой панели:

«⇩» - вход в основное меню, навигацию по меню;

«⇧» - редактирование значений параметров, выход из меню.

«✿» - вход в подрежимы основного меню, сохранение настроек.

Алгоритм работы с настройками индикатора описан в 2.5.5.

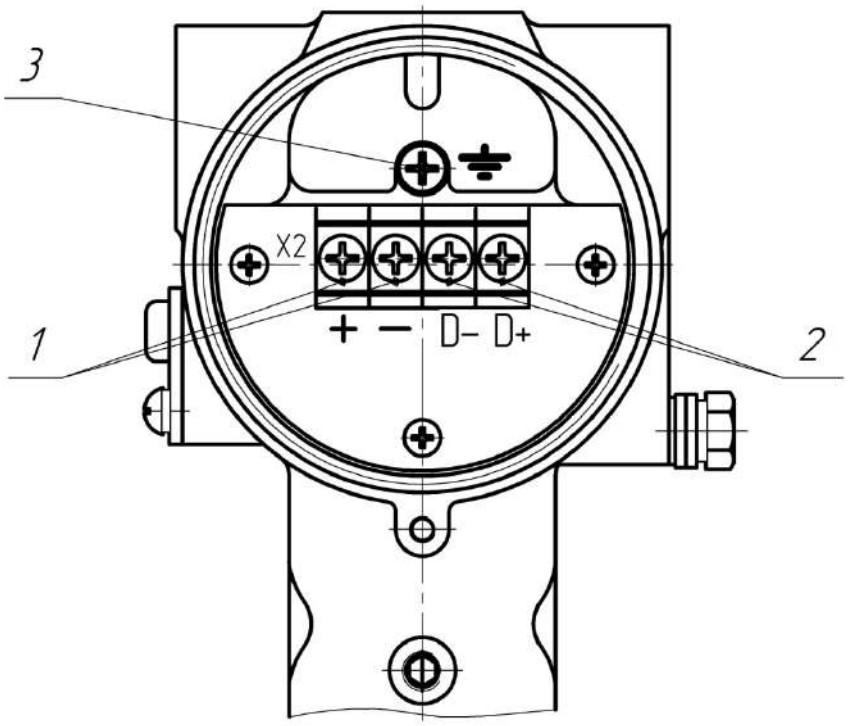


Рисунок 3 – Элементы модуля подключения

Электрические коммутации расположены на модуле подключения (см. рисунок 3) и имеют следующие элементы:

- клеммы 1 для подключения питания;
- клеммы 2 для подключения интерфейса RS-485;
- винт заземления 3 провода подключения.

Для лучшего обзора индикатора или для удобного доступа к двум отделениям электронного блока датчика (к клеммной колодке и кнопкам управления) корпус электронного блока 8 может быть повернут относительно преобразователя давления 1 на угол ±180°. Для этого необходимо шестигранным ключом с размеров S=3мм ослабить стопорный винт 9 (см. рисунок 1), повернуть корпус электронного блока на угол не более ±180° и вновь затянуть винт 9.

1.4 Маркировка и пломбирование

1.4.1 На прикрепленной к датчику табличке нанесены следующие знаки и надписи:

- обозначение модели датчика;

- исполнение модели датчика;

- код предела допускаемой основной погрешности;

- максимальный предел измерений *Pmax* с указанием единицы измерения. Для датчиков Агат-100МТ исполнения ДИВ указываются максимальный нижний и верхний пределы измерений;

- предельно допускаемое рабочее избыточное давление с указанием единицы измерения для датчиков разности давлений и датчиков гидростатического давления;

- напряжение питания;

- выходной сигнал;

- степень защиты IP по ГОСТ 14254-2015;

- порядковый номер датчика по системе нумерации предприятия - изготовителя;

- год и месяц выпуска;

- знак утверждения типа средств измерений по ПР 50.2.107;

- наименование предприятия-изготовителя;

- надпись "Сделано в России".

1.4.2 На отдельной табличке, прикрепленной к датчику взрывозащищенной модели, выполнена маркировка со следующими данными:

- маркировка взрывозащиты;

- диапазон температур окружающей среды Та;

- параметры искробезопасных цепей;

- наименование органа по сертификации и номер сертификата соответствия;

- специальный знак взрывобезопасности Ex в соответствии с ТР ТС 012/2011;

- единый знак ЕАС обращения продукции на рынке государств - членов Таможенного союза.

1.4.3 На крышках электронного преобразователя датчиков с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» выполнена надпись «Предупреждение - открывать, отключив от сети».

1.4.4 На корпусе электронного блока рядом с зажимом для заземления имеется знак заземления.

1.4.5 Места подвода большего и меньшего давлений у датчиков разности давлений маркированы знаками «+» и «-» (см. рис. 5). Знак «+» соответствует месту подвода измеряемого давления или большего из измеряемых давлений, а знак «-» соответствует камере, сообщающейся со статическим давлением, или подвода меньшего из измеряемых давлений. Для датчиков ДВ знак «-» соответствует месту подвода рабочего давления.

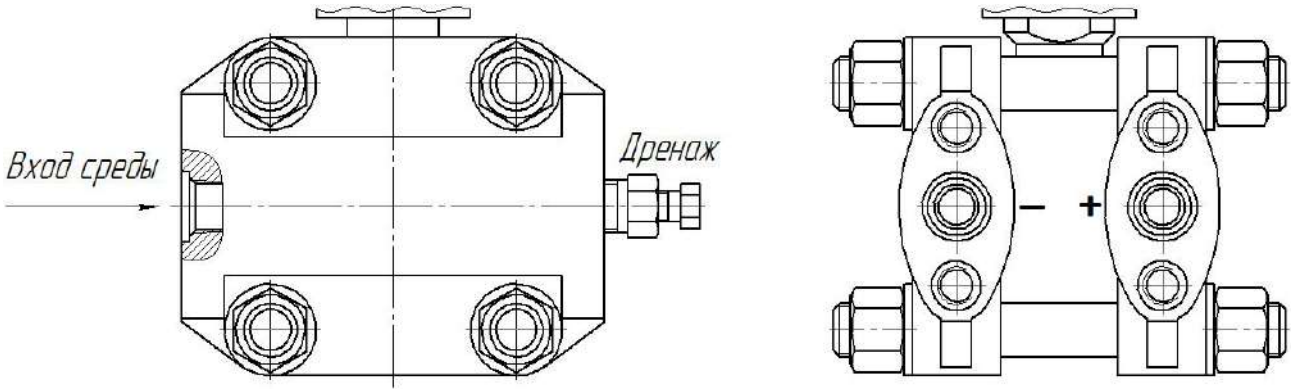


Рисунок 4 – Места подвода давлений датчиков ДД

1.5 Тара и упаковка

1.5.1 Датчик завернут в упаковочную бумагу по ГОСТ 8828 или в оберточную бумагу по ГОСТ 8273, помещен в чехол из полиэтиленовой пленки ГОСТ 10354 толщиной (0,15–0,30) мм., и уложен в потребительскую тару – коробку из картона по ГОСТ 7933 или гофрированного картона по ГОСТ Р 52901. Чехол заварен.

1.5.2 Монтажные части, кронштейн, заглушка для ввода кабельного и другие комплектующие, поставляемые вместе с датчиком, уложены в пленочные чехлы и вместе с датчиком уложены в потребительскую коробку. Чехлы заварены.

1.5.3 Датчик и монтажные части отделены друг от друга и уплотнены в коробке с помощью прокладок из картона. Вместе с датчиком, монтажными частями в коробку уложена: техническая документация – сверху изделий.

Техническая документация вложена в чехол из полиэтиленовой пленки ГОСТ 10354 толщиной (0,15–0,30) мм или другого водонепроницаемого материала, указанного в конструкторской документации. Чехол заварен.

1.5.4 Консервация обеспечивается помещением датчика в пленочный чехол с влагопоглотителем– силикагелем. Средства консервации соответствуют варианту защиты В3-10 по ГОСТ 9.014. Предельный срок защиты без переконсервации– 1 год.

В паспорте на датчик указана масса сухого силикагеля при зачехлении.

1.5.5 Коробки уложены в транспортную тару – ящики типа II-1, II-2, III-1 ГОСТ 2991, или ящики типа VI ГОСТ 5959, или коробку из гофрированного картона по ГОСТ Р 52901.

1.5.6 Товаросопроводительная документация размещена внутри транспортной тары.

1.5.7 Масса транспортной тары с датчиками не превышает:

- из фанеры или ДВП - 50 кг;
- из досок - 100 кг;
- из гофрированного картона - 35 кг.

1.6 Обеспечение взрывозащищенности

1.6.1 Обеспечение взрывозащищенности датчиков с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» достигается размещением их электрических частей во взрывонепроницаемую оболочку по ГОСТ 31610 и ГОСТ IEC 60079.10 , которая имеет высокую степень механической прочности. Указанный вид взрывозащиты исключает передачу взрыва внутри датчика в окружающую взрывоопасную среду.

1.6.2 Взрывонепроницаемая оболочка датчиков взрывозащищенного исполнения и ее крепежные элементы выдерживают испытания давлением внутри оболочки, равным 4-х кратному давлению взрыва.

1.6.3 Взрывоустойчивость оболочки и ее крепежных элементов проверяется путем гидравлических испытаний избыточным давлением равное 4-кратному давлению взрыва.

1.6.4 Взрывонепроницаемость оболочки обеспечивается исполнением деталей оболочки и их соединением с соблюдением параметров взрывозащиты по ГОСТ 31610.0 и ГОСТ IEC 60079.1, приведенных на чертеже средств взрывозащиты (приложение Д).

На чертеже средств взрывозащиты (приложение Д) показаны сопряжения деталей, обеспечивающих взрывозащиту вида «Exd». Эти сопряжения обозначены словом «Взрыв» с указанием допустимых параметров взрывозащиты.

Резьбовые взрывонепроницаемые соединения законтрены: чашкой, винтом. В резьбовых взрывонепроницаемых соединениях имеется не менее 5 полных, непрерывных, неповрежденных витков в зацеплении. Все токоведущие и заземляющие зажимы предохранены от самоотвинчивания применением пружинных шайб.

1.6.5 Максимальная допустимая температура наружной поверхности датчика соответствует температурному классу Т5 по ГОСТ 31610.0-2014.

1.6.6 На табличке, прикрепленной к корпусу датчика Агат-100МТ-Exd, имеется маркировка взрывозащиты:

«1Ex db IIC T5 Gb X; $-60^0C \leq Ta \leq 80^0C$».

где Та – диапазон значений температуры окружающей среды.

На табличке указано наименование органа сертификации и номер сертификата.

Вблизи наружного заземляющего зажима имеется рельефный знак заземления. На съемных крышках имеется предупредительная надпись: «Во взрывоопасной атмосфере открывать, отключив от сети».

1.6.7 Обеспечение взрывозащищенности датчиков с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» достигается за счет:

- ограничения максимального входного тока I_i=100 мА и максимального входного напряжения U_i=30 В в электрических цепях, работающих в комплекте с ними вторичных приборов до искробезопасных значений;

- выполнения конструкции всего датчика в соответствии с требованиями ГОСТ 31610.11-2014.

Ограничение тока и напряжения в электрических цепях датчика до искробезопасных значений достигается за счет обязательного функционирования датчика в комплекте с блоками (барьерами), имеющими вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» с уровнем взрывозащиты искробезопасной электрической цепи «ia» для взрывоопасных смесей подгруппы IIC, напряжение и ток искробезопасных электрических цепей которых не превышают, соответственно, значения 30 В и 100 мА.

1.6.8 На табличке, прикрепленной к корпусу датчика Агат-100МТ-Exi, имеется маркировка взрывозащиты:

«0Ex ia IIC T5 X, -60°C≤T_a≤+80°C, U_i≤30В, I_i≤100мА, L_i≤300мкГн, C_i≤10нФ».

На табличке указано наименование органа сертификации и номер сертификата.

U_i, I_i, – значения максимального входного напряжения и тока соответственно.

L_i - максимальная внутренняя индуктивность.

C_i - максимальная внутренняя емкость.

2 Использование по назначению

2.1 Общие указания

2.1.1 При получении транспортной тары с датчиком проверить сохранность тары. В случае ее повреждения следует составить акт.

2.1.2 В зимнее время ящики с датчиками распаковываются в отапливаемом помещении не менее, чем через 12 ч после внесения их в помещение.

2.1.3 Проверить комплектность в соответствии с паспортом на датчик.

2.1.4 В паспорте датчика указать дату ввода в эксплуатацию, номер акта и дату его утверждения руководством предприятия-потребителя.

В паспорт датчика рекомендуется включать данные, касающиеся эксплуатации датчика: записи по обслуживанию с указанием имевших место

неисправностей и их причин; данные периодического контроля основных технических характеристик при эксплуатации; данные о поверке датчика и т.п.

Предприятие-изготовитель заинтересовано в получении технической информации о работе датчика и возникших неполадках с целью устранения их в дальнейшем.

Все пожелания по усовершенствованию конструкции датчика следует направлять в адрес предприятия-изготовителя.

2.1.5 Перед началом работы удалить транспортировочные заглушки:

- с динамической, статической полостей датчиков;

- из отверстия под кабельный ввод.

2.1.6 После воздействия максимальных или минимальных рабочих температур рекомендуется произвести корректировку «нуля».

2.1.7 Датчики можно применять для измерения давления жидкости, пара или газа.

При измерении давления жидкости должно быть обеспечено тщательное заполнение системы жидкостью.

2.1.8 Все операции по хранению, транспортированию, поверке и вводу в эксплуатацию датчика при снятых крышках необходимо выполнять с соблюдением требований по защите от статического электричества, а именно:

- при поверке и подключении датчиков пользоваться антистатическими браслетами;

- рабочие места по поверке датчика должны иметь электропроводящее покрытие, соединенное с шиной заземления;

- все применяемые для поверки приборы и оборудование должны быть заземлены;

- при подключении датчика на месте эксплуатации в первую очередь подключить заземление, а затем питающие и измерительные линии.

2.2 Указание мер безопасности

2.2.1 По способу защиты человека от поражения электрическим током датчики относятся к классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0. Корпус датчика должен быть заземлен.

2.2.2 Эксплуатация взрывозащищенных датчиков должна производиться согласно требованиям главы 7.3 ПУЭ и других нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

2.2.3 Не допускается эксплуатация датчиков в системах, давление в которых может превышать соответствующие наибольшие предельные значения, указанные в таблицах 2 для каждой модели.

2.2.4 Не допускается применение датчиков, имеющих модули, заполненные жидкостью ПМС-5 (ПМС-6), в процессах, где по условиям техники безопасности производства запрещается попадание этой жидкости в измеряемую среду.

2.2.5 Присоединение и отсоединение датчика от магистралей, подводящих измеряемую среду, должно производиться после закрытия вентиля на линии перед датчиком. Отсоединение датчика должно производиться после сброса давления в датчике до атмосферного.

2.2.6 Эксплуатация датчиков разрешается только при наличии инструкции по технике безопасности, утвержденной руководителем предприятия-потребителя и учитывающей специфику применения датчика в конкретном технологическом процессе.

2.3 Обеспечение взрывозащищенности датчиков при монтаже

2.3.1 Датчики взрывозащищенного исполнения могут устанавливаться во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок, согласно главе 7.3 ПУЭ и другим нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

2.3.2 При монтаже датчика следует руководствоваться следующими документами:

- правила ПТЭЭП (гл. 3.4 «Электроустановки во взрывоопасных зонах»);

- правила ПУЭ (гл. 7.3);

- ГОСТ 31610.0;

- ГОСТ 31610.11;

- ГОСТ IEC 60079-1;

- настоящее РЭ и другие нормативные документы, действующие на предприятии.

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

Перед монтажом датчик должен быть осмотрен. При этом необходимо обратить внимание на маркировку взрывозащиты, предупредительные надписи, отсутствие повреждений как корпуса взрывонепроницаемой оболочки (для датчика с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка»), так и сенсора, наличие заземляющего зажима на корпусе электронного преобразователя, состояние подключаемого кабеля, наличие средств уплотнения для кабелей и крышек.

Во избежание срабатывания предохранителей в барьере искрозащиты (для датчиков с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь») при случайном закорачивании соединительных проводов, заделку кабеля и его подсоединение производить при отключенном питании.

По окончании монтажа должны быть проверены электрическое сопротивление изоляции между объединенными электрическими цепями и корпусом датчика (не менее 5 МОм) и электрическое сопротивление линии заземления не более 4 Ом.

2.3.3 Для датчиков с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» подсоединение внешних электрических цепей необходимо осуществлять через кабельные вводы, сертифицированные в установленном порядке на соответствие требованиям ГОСТ 31610.0. Если для подключения датчика используется только один кабельный ввод, неиспользуемый ввод должен

быть закрыт заглушкой, которая поставляется изготовителем. Заглушка должна соответствовать требованиям ГОСТ 31610.0.

2.3.4 При монтаже датчика с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» необходимо проверить состояние взрывозащитных поверхностей деталей, подвергаемых разборке (царапины, трещины, вмятины не допускаются).

Детали с резьбовыми соединениями должны быть завинчены на всю длину резьбы и застопорены.

2.3.5 Заделку кабеля в кабельный ввод, подсоединение жил кабеля к клеммной колодке производить в соответствии со схемой внешних соединений (приложение Б). Экран кабеля (в случае использования экранированного кабеля) присоединить на корпус с помощью винта 3 (см. рис. 4). После монтажа кабеля и подсоединения его к клеммной колодке установить крышку, застопорить ее с помощью чашки 3 (см. рис. 2).

Линия связи может быть выполнена любым типом кабеля с медными проводами сечением не менее 0,35 мм^2, согласно главе 7.3 ПУЭ.

2.3.6 При наличии в момент установки взрывозащищенных датчиков взрывоопасной смеси не допускается подвергать датчик трению или ударам, способным вызвать искрообразование.

2.4 Порядок установки

2.4.1 Установочные и присоединительные размеры датчиков приведены в приложении А.

При выборе места установки необходимо учитывать следующее:

- датчики Агат-100МТ общепромышленного исполнения нельзя устанавливать во взрывоопасных помещениях, датчики взрывозащищенного исполнения можно устанавливать во взрывоопасных помещениях, соответствующих 2.3.1;

- места установки датчиков должны обеспечивать удобные условия для обслуживания и демонтажа.

Для лучшего обзора индикации или для удобного доступа к двум отделениям датчика (к модулю подключения и блоку индикации) корпус электронного блока

может быть повернут относительно преобразователя давления от установленного положения на угол не более ±180° в любом направлении.

ВНИМАНИЕ! Поворот электронного блока на угол более ±180° может привести к нарушению электрических соединений между сенсором и электронным преобразователем.

- температура и относительная влажность окружающего воздуха должны соответствовать значениям, указанным в 1.2.14 и 1.2.23;

- параметры вибрации не должны превышать значения, приведенные в 1.2.16;

- напряженность магнитных полей, вызванных внешними источниками переменного тока частотой 50 Гц, не должна превышать 400А/м, вызванных внешними источниками постоянного тока - 400А/м;

- при эксплуатации датчиков в диапазоне минусовых температур необходимо исключить: накопление и замерзание конденсата в рабочих камерах и внутри соединительных трубок (при измерении параметров газообразных сред);

- замерзание, кристаллизацию среды или выкристаллизовывание из нее отдельных компонентов (при измерении жидких сред).

2.4.2 Точность измерения давления зависит от правильной установки датчика и соединительных трубок от места отбора давления до датчика.

Соединительные трубки должны быть проложены по кратчайшему расстоянию. Отбор давления рекомендуется производить в местах, где скорость движения среды наименьшая, поток без завихрений, т.е. на прямолинейных участках трубопровода при максимальном расстоянии от запорных устройств, колен, компенсаторов и других гидравлических соединений.

Температура измеряемой среды в рабочей полости датчика не должна превышать допускаемой температуры окружающего воздуха. Допускается увеличение температуры измеряемой среды до +120 °С при условии отсутствия протока рабочей среды на входе в рабочую полость датчика.

Для датчиков взрывозащищенного исполнения должны обеспечиваться требования по ограничению максимальной температуры поверхности оборудования.

В случае пропарки оборудования температурой свыше +120 °С датчики, установленные непосредственно на оборудовании или подключенные импульсными линиями длиной менее 1 м, необходимо демонтировать на время проведения пропарки. Датчики, подключенные с использованием импульсных линий длиной более или равной 1 м, необходимо изолировать от технологического процесса путем перекрытия изолирующего вентиля отборного устройства. Пропарка импульсных линий возможна только при демонтированном датчике.

Для снижения температуры измеряемой среды на входе в рабочую полость, датчик устанавливают через соединительную линию, длина которой для исполнений ДД рекомендуется не менее 3 м, а для остальных исполнений – не менее 0,5 м. Указанные длины являются ориентировочными, зависят от температуры среды, диаметра и материала соединительной линии, и могут быть уменьшены.

Минимальная температура измеряемой среды в рабочей полости датчика не должна быть ниже допускаемой температуры окружающего воздуха.

Соединительные линии должны иметь односторонний уклон (не менее 1:10) от места отбора давления, вверх к датчику, если измеряемая среда - газ и вниз к датчику, если измеряемая среда – жидкость. Если это невозможно, при измерении давления или разности давлений газа в нижних точках соединительной линии следует устанавливать отстойные сосуды, а при измерении давления или разности давлений жидкости в наивысших точках - газосборники.

Отстойные сосуды рекомендуется устанавливать перед датчиком и в других случаях, особенно при длинных соединительных линиях и при расположении датчика ниже места отбора давления.

При необходимости проведения продувки соединительных линий должны предусматриваться самостоятельные устройства, исключающие продувку через датчик.

Необходимость установки устройств продувки соединительных линий при

их малой длине (менее 1м), наличии фильтра, исключающего попадание твердых частиц в датчик, определяет проектировщик конкретных систем применения датчика давления.

В соединительных линиях от места отбора давления к датчику рекомендуется установить два вентиля или трехходовой кран для отключения датчика от линии и соединения его с атмосферой.

Это упростит периодический контроль установки выходного сигнала, соответствующего нижнему значению измеряемого давления, и демонтаж датчика.

В соединительных линиях от сужающего устройства к датчику разности давлений рекомендуется установить на каждой из линий вентиль для соединения линии с атмосферой и вентиль для отключения датчика.

2.4.3 Датчики могут быть смонтированы на трубе, стене или на панели при помощи кронштейнов. Кронштейны поставляются в соответствии с заказом.

Присоединение датчика к соединительной линии осуществляется с помощью предварительно приваренного к трубке линии ниппеля или с помощью монтажного фланца, имеющего соответствующую резьбу.

При уплотнении стыков металлической прокладкой для улучшения условий уплотнения, рекомендуется перед сборкой нанести на резьбу М20 и металлическую прокладку:

- смазку графитовую или смазку ЦИАТИМ, или смазку, применяемую на предприятии – потребителе - для датчиков общепромышленного исполнения.

Перед присоединением к датчику линии должны быть тщательно продуты для уменьшения возможности загрязнения камер сенсора датчика. Перед присоединением датчика соединительные линии продуть чистым сжатым воздухом или азотом. Воздух или азот не должны содержать масел.

2.4.4 После окончания монтажа датчиков, необходимо проверить места соединений на герметичность при максимальном рабочем давлении.

2.4.5 Корпус датчика всегда следует заземлять в соответствии с местными или действующими в данной отрасли промышленности правилами техники

безопасности. Наиболее эффективным способом заземления корпуса датчика является прямое заземление проводом с минимальным импедансом.

2.4.6 Подсоединение проводов осуществляется через отверстия кабельных вводов. В кабельных вводах должно быть обеспечено уплотнение отверстий. Неиспользуемые отверстия кабельных вводов на корпусе электронного преобразователя должны быть герметично закрыты заглушками, чтобы избежать попадания влаги в модуль подключения.

Примечание - Если обеспечить уплотнение отверстий в кабельном вводе невозможно, то датчик устанавливайте так, чтобы корпус электронного преобразователя был расположен внизу для обеспечения дренажа. Обеспечьте изгиб проводов вблизи датчика, чтобы влага, которая конденсируется на внешней стороне кабеля, не попала в корпус электронного преобразователя. Нижняя точка изгиба должна быть ниже, чем кабельный ввод и корпус электронного преобразователя.

При монтаже кабеля снимите крышку со стороны модуля подключения. Подсоедините провода к клеммам в соответствии со схемами, приведенными в приложениях Б. После подсоединения провода установите крышку.

Крышки (поз. 4, 7 рис.2) необходимо завернуть до упора, для обеспечения надежного уплотнения.

При монтаже датчиков взрывозащищенного исполнения с видом «взрывонепроницаемая оболочка» во взрывоопасных зонах всех классов согласно ПУЭ (гл.7.3.102) не допускается применять кабели с полиэтиленовой изоляцией.

Рекомендуется применение экранированного кабеля с изолирующей оболочкой при нахождении вблизи мест прокладки линии связи электроустановок мощностью более 0,5 кВт.

В качестве сигнальных цепей и цепей питания датчика могут быть использованы изолированные жилы одного кабеля, при этом сопротивление изоляции должно быть не менее 50 МОм.

Рекомендуется применять экранированную витую пару проводов, экран заземляется только на приемной стороне (у сопротивления нагрузки).Неэкранированный кабель может быть использован, если

электрические помехи в линии не влияют на качество связи. Для обеспечения устойчивой связи используйте провод сечением не менее 0,35 мм^2, длина которого не превышает 1500м.

2.4.7 Источник питания для датчиков в условиях эксплуатации должен удовлетворять следующим требованиям:

- сопротивление изоляции не менее 20 МОм;
- выдерживать испытательное напряжение при проверке электрической прочности изоляции 1,5 кВ;
- пульсация выходного напряжения не превышает 0,5% от номинального значения выходного напряжения при частоте гармонических составляющих, не превышающей 500 Гц;
- прерывание питания не более 20 мс.

2.5 Измерение параметров, настройка и калибровка датчиков

2.5.1 Настройка и калибровка датчиков с помощью цифрового индикатора проводится по 2.5.5.

Измерение параметров, настройка и калибровка датчиков может проводиться по протоколу Modbus по интерфейсу RS-485.

В датчиках можно выполнить калибровку «нуля» внешней кнопкой, расположенной на корпусе электронного блока. Операция калибровки «нуля» внешней кнопкой выполняется при давлении на входе в датчик, равном нулю. Пределы допускаемого при калибровке «нуля» смещения характеристики датчика в зависимости от установленного диапазона измерений (dP) указаны в таблице 12.

Установленные пределы выполнения калибровки «нуля» внешней кнопкой позволяют компенсировать влияние монтажного положения на объекте или исключить влияние статического давления при эксплуатации датчиков на выходной сигнал. Для проведения операции калибровки необходимо отвернуть винт крепления крышки 6 (см. рис. 1) на 0,5-оборота, перевести крышку влево до упора, выдержать не менее 3с и вновь перевести крышку обратно. При наличии цифрового индикатора на индикаторе начинает мерцать текущее значение давления. Через 3 секунды установится значение давления близкое к нулю, после чего необходимо перевести крышку в начальное положение.

Калибровка «нуля» выполняется с точностью 0,3γ.

Если при монтаже датчика смещение «нуля» выходит за пределы, указанные в таблице 12, то калибровка «нуля» внешней кнопкой запрещена программой датчика. Следует переустановить датчик в такое положение, которое обеспечивает допускаемые пределы установки «нуля».

2.5.2 Работа Агат-100МТ с управляющими устройствами, поддерживающими протокол Modbus с интерфейсом RS-485.

Описание протокола Modbus приведено в приложении Е.

2.5.3 Установка основных параметров, определяющих функционирование датчика.

2.5.3.1 Перед использованием датчика рекомендуется просмотреть параметры его настройки, которые были установлены на предприятии - изготовителе.

2.5.3.2 Настройка датчика включает следующие операции:

1) настройка выходных параметров датчика:

- установка единиц измерения;

. - перенастройка диапазона измерений;

- настройка времени усреднения выходного сигнала (демпфирование);

2) калибровка сенсора.

Калибровка сенсора предусматривает калибровку нижнего предела измерений (НПИ) и верхнего предела измерений (ВПИ) показаниями датчика и точным давлением на входе.

При калибровке НПИ происходит параллельное смещение характеристики датчика и не изменяется ее наклон.

Калибровка ВПИ – операция устанавливает соответствие между показаниями датчика и точным давлением на входе. При калибровке ВПИ происходит коррекция наклона характеристики.

Калибровку сенсора всегда необходимо начинать с калибровки НПИ.

Калибровка ВПИ дает коррекцию наклона с учетом калибровки НПИ.

2.5.4 Для работы с датчиком Агат-100МТ по цифровому протоколу Modbus необходим модем интерфейса RS-485, подключаемый согласно схеме, указанной в приложении Б.

2.5.5 Настройка параметров датчика с помощью цифрового индикатора

Таблица 11 − Пункты главного меню блока индикации

Номер пункта	Наименование пункта
№1	Автоматическая установка нулевого значения
№2	Выбор единиц измерения
№3	Установка верхнего предела (диапазона) измерения
№4	Установка нижнего предела (диапазона) измерения
№5	Выбор времени установления (демпфирования) выходного сигнала
№6	Калибровка
№7	УстановкаPIN - кода на защиту изменения параметров
№8	Возврат к заводским настройкам

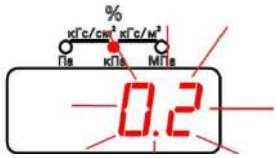
Для входа в главное меню необходимо нажать и удерживать кнопку ⇩ не менее 3 сек. На индикаторе отображается мерцающее текущее значение давления. Переключение между пунктами главного меню осуществляется последовательным нажатием кнопки ⇩.

Если не производить ни каких действий (нажатия кнопок), то через 10 сек. происходит автоматический переход из меню в режим измерения (с сохранением последней настройки). Также выйти и меню можно нажатием и удержанием не менее 2 сек кнопки ⇧.

Пункт №1. Автоматическая установка нулевого значения

Нажать и удерживать кнопку ⇩ не менее 3 сек.

На индикаторе отображается мерцающее текущее значение давления.



Для установки нулевого значения необходимо нажать кнопку ☆, после чего на индикаторе установиться нулевое значение давления и произойдет автоматический переход в режим измерения давления.

Пункт №2. Выбор единиц измерения

Нажать и удерживать кнопку ⇩ не менее 3 сек.

Последовательно нажимать кнопку ⇩ до появления на индикаторе символа -Ed- с текущей единицей измерения.

Для входа в режим редактирования единиц измерения необходимо нажать кнопку ☆. На индикаторе начинает мерцать ранее установленный символ единиц измерения.

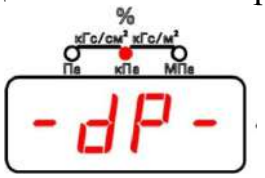
Кнопкой ⇧ изменить единицу измерения.

Кнопкой ☆ сохранить выбранную единицу измерения. Символ единицы измерения перестает мерцать.

Пункт №3. Установка верхнего предела (диапазона) измерения

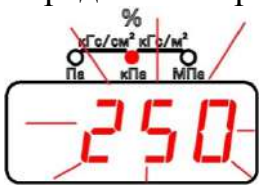
Нажать и удерживать кнопку ⇩ не менее 3 сек.

Последовательно нажимать кнопку ⇩ до появления на индикаторе мерцающего символа -dP- и текущего значения верхнего предела измерения.



Вход в режим редактирования верхнего предела (диапазона) измерения осуществляется кнопкой ☆.

Значение текущего верхнего предела измерения начинает мерцать.



Кнопкой ⇧ изменить значение верхнего предела из стандартного ряда.

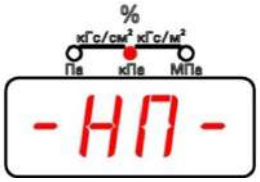
Для сохранения выбранного значения необходимо нажать кнопку ☆. Происходит переход в основное меню.

Если значение не нужно сохранять, то необходимо нажать кнопку ⇩. Происходит переход в режим основного меню.

Пункт №4. Установка нижнего предела (диапазона) измерения

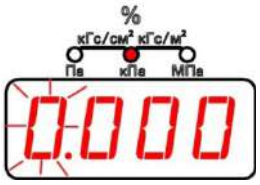
Нажать и удерживать кнопку ⇩ не менее 3 сек.

Последовательно нажимать кнопку ⇩ до появления на индикаторе мерцающего символа -НП- и текущего значения верхнего предела измерения.



Вход в режим редактирования нижнего предела (диапазона) измерения осуществляется кнопкой ☆.

Значение текущего нижнего предела измерения начинает мерцать.



Кнопкой ⇧ изменить значение верхнего предела из стандартного ряда.

Для сохранения выбранного значения необходимо нажать кнопку ☆.

Пункт №5. Выбор времени установления (демпфирования) выходного сигнала.

Нажать и удерживать кнопку ⇩ не менее 3 сек.

Последовательно нажимать кнопку ⇩ до появления на индикаторе значения времени установления (демпфирования) выходного сигнала.

Вход в режим редактирования осуществляется кнопкой ☆. Значение времени начинает мерцать.

Изменение значения времени из ряда кнопкой ⇧.

Кнопкой ☆ сохранить выбранное значение. Значение времени перестает мерцать.

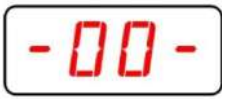
Пункт №6. Калибровка

На индикаторе основного меню отображается символ

Вход в режим калибровки осуществляется кнопкой ☆.

Внимание! Операция **"Калибровка «нуля» АЦП"** выполняется при давлении на входе в датчик, равном нулю.

На индикаторе отображается символ:



Кнопкой ☆ производится вход в режим калибровки «нуля» АЦП.

На индикации начинает мерцать текущее значение давления.

Кнопкой ☆ произвести автоматическую калибровку «нуля» АЦП.

Автоматический выход в подрежим калибровки.

Калибровка ВПИ диапазона измерений

На индикаторе отображается символ:

Внимание! Перед выполнением операций необходимо провести калибровку «нуля» АЦП.

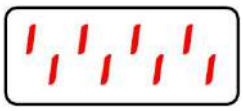
На входе датчика необходимо установить образцовое давление, равное установленному dP в установленных единицах измерения.

Кнопкой ☆ произвести вход в режим калибровки диапазона.

На индикации начинает мерцать текущее значение установленного давления.

Кнопкой ☆ произвести автоматическую калибровку диапазона.

Примечание *- при выполнении калибровки диапазона измерений dP программа датчика автоматически выполняет контроль грубой ошибки установки давления и запрещает выполнение калибровки при давлении менее 50% от НПИ+ dP и более 150% от НПИ+ dP. Запрет калибровки сопровождается выводом на индикатор мерцающего символа:*

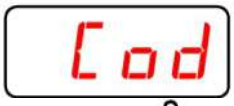


В этом случае для выполнения калибровки, необходимо выйти из режима калибровки нажатием и удерживанием не менее 2 сек кнопки, установить на входе нужное давление и повторить операцию.

Пункт № 7. Установка PIN - кода на защиту изменения параметров.

Нажать и удерживать кнопку ⇩ не менее 3 сек.

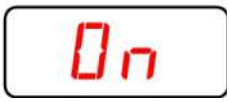
Последовательно нажимать кнопку ⇩ до появления на индикаторе символов:



Вход в режим осуществляется кнопкой ✿.

Если PIN-код **не установлен**, то начинает мерцать символ

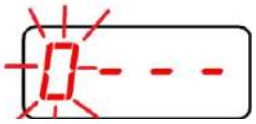
Если PIN-код **установлен**, то начинает мерцать символ



1. **PIN-код не установлен**

Вход в режим установки **PIN-кода** производится кнопкой ✿.

На индикаторе начинает мерцать первый разряд:

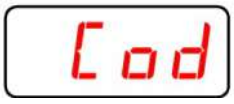


Изменить значение от 0 до 9 кнопкой ⇧.

Переход к следующему разряду произвести кнопкой ⇩.

Сохранить введенный **PIN-код** кнопкой ✿.

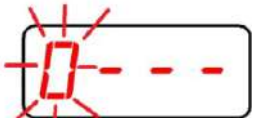
Если необходимо выйти в основное меню без сохранения пароля необходимо нажать и удерживать не менее 2 сек кнопку ⇧. Происходит переход в пункт основного меню:



2. **PIN-код установлен**

Вход в режим ввода **PIN-кода** производится кнопкой ✿.

На индикаторе начинает мерцать первый разряд

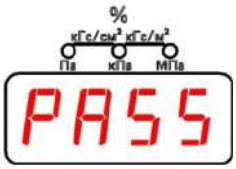


Изменить значение от 0 до 9 кнопкой ⇧.

Переход к следующему разряду произвести кнопкой ⇩.

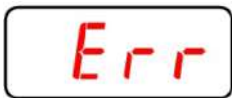
Произвести ввод **PIN-кода** кнопкой ☆.

Если введенный пароль совпадает с действующим, то на индикаторе высветиться символ:

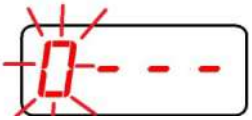


свидетельствующий о том, что код принят и защита снята.

При несовпадении введенного пароля с действующим на индикаторе высвечивается символ:

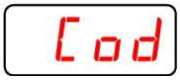


и вновь появляются символы:

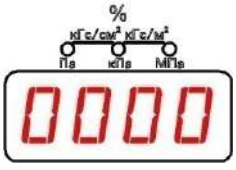


ВНИМАНИЕ!!!

Защита вновь начинает действовать, как только произошел выход в режим измерения.

Для того, что бы полностью снять защиту необходимо вначале ввести **PIN - код**, вновь зайти в пункт 

и установить 4-е нуля:



Пункт № 8. Возврат к заводским настройкам

Нажать и удерживать кнопку ⇩ не менее 3 сек.

Последовательно нажимать кнопку ⇩ до появления на индикаторе символов:

Вход в режим осуществляется кнопкой ☆. Символы начинают мерцать.

Для возврата к заводским настройкам необходимо нажать кнопку ☆.

Происходит перезагрузка датчика.

2.6 Проверка технического состояния

Проверка технического состояния датчиков проводится после их получения (входной контроль), перед установкой на место эксплуатации, а также в процессе эксплуатации (непосредственно на месте установки датчика и в лабораторных условиях).

При проверке датчиков на месте эксплуатации, как правило, проверяется и, при необходимости, корректируется выходной сигнал, соответствующий нижнему пределу измерений, проверка герметичности осуществляется путем визуального осмотра мест соединений, а проверка работоспособности контролируется по наличию изменения выходного сигнала при изменении измеряемого параметра.

При входном контроле, перед установкой в эксплуатацию, в процессе эксплуатации в лабораторных условиях, по мере необходимости следует проводить корректировку выходного сигнала («нуля», «диапазона»).

Дальнейшая поверка осуществляется в соответствии с методикой поверки.

Периодическая поверка производится в сроки, установленные предприятием-потребителем в зависимости от условий эксплуатации и требуемой точности выполнения измерений, но не реже одного раза в пять лет.

3 Техническое обслуживание и ремонт

3.1 Порядок технического обслуживания изделия

3.1.1 К обслуживанию датчиков должны допускаться лица, изучившие настоящее руководство и прошедшие соответствующий инструктаж.

При эксплуатации датчиков следует руководствоваться настоящим руководством, местными инструкциями и другими нормативно-техническими документами, действующими в данной отрасли промышленности.

3.1.2 Техническое обслуживание датчиков заключается, в основном в периодической поверке и, при необходимости, в сливе конденсата или удалении воздуха из рабочих камер датчика, проверке технического состояния датчика.

Поверка датчика производится в соответствии с документом МП-03-2018-20 «ГСИ. Датчики давления Агат-100МТ. Методика поверки».

Интервал между поверками – 5 (пять) лет.

Метрологические характеристики датчика в течение интервала между поверками соответствуют установленным нормам с учетом показателей безотказности датчика и при соблюдении потребителем правил хранения, транспортирования и эксплуатации, указанных в настоящем руководстве по эксплуатации.

Необходимо следить за тем, чтобы трубки соединительных линий и вентили не засорялись и были герметичными. В трубках и вентилях не должно быть пробок газа (при измерении разности давлений жидких сред) или жидкости (при измерении разности давлений газа). С этой целью трубки рекомендуется периодически продувать, не допуская при этом перегрузки датчика, периодичность устанавливается потребителем в зависимости от условий эксплуатации.

Продувку и заполнение соединительных линий рабочей средой запрещено проводить через приемные полости и дренажные клапаны датчика. Для продувки и заполнения соединительных линий необходимо использовать штатные продувочные устройства, либо использовать разъемные соединения приемных полостей датчика с клапанным блоком для отсоединения датчика перед продувкой линий, либо, при наличии в конструкции клапанного блока

встроенных клапанов продувки, использовать эти клапаны для продувки линий при закрытых изолирующих вентилях клапанного блока.

При проверке датчика в лаборатории после эксплуатации для точного измерения погрешности необходимо удалить жидкость из датчика путем продувки воздухом полостей датчика при открытых дренажных клапанах.

При нарушении герметичности сенсора необходимо подтянуть все резьбовые соединения (пробка, штуцер, болты крепления фланца к корпусу).

В процессе эксплуатации датчики должны подвергаться систематическому внешнему осмотру, а также периодическому осмотру, ремонту.

При внешнем осмотре необходимо проверить:

- целостность оболочки, отсутствие на ней коррозии и других повреждений (для датчиков взрывозащищенного исполнения с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка»);

- наличие всех крепежных деталей и их элементов;

- наличие маркировки взрывозащиты и предупредительных надписей (для датчиков взрывозащищенного исполнения);

- состояние заземления, заземляющие болты должны быть затянуты, на них не должно быть ржавчины. В случае необходимости они должны быть очищены;

Эксплуатация датчиков с повреждениями и другими неисправностями категорически запрещается.

При эксплуатации датчиков взрывозащищенного исполнения необходимо также руководствоваться разделом “Обеспечение взрывозащищенности при монтаже” настоящего РЭ, действующими “Правилами устройства электроустановок” (ПУЭ), главой 3.4 “Электроустановки во взрывоопасных зонах”, “Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей” (ПТЭЭП).

При ремонте датчиков взрывозащищенного исполнения необходимо также учитывать требования, изложенные в инструкции РД 16.407 “Электрооборудование взрывозащищённое. Ремонт”, и требования ГОСТ 30852.18 «Электрооборудование взрывозащищённое. Часть 19. Ремонт и проверка электрооборудования, используемого во взрывоопасных средах».

Периодичность профилактических осмотров датчиков устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже одного раза в год.

При профилактических осмотрах выполнить все работы в объеме внешнего осмотра, а также следующие мероприятия:

- после отключения датчика от источника электропитания вскрыть крышку электронного преобразователя. Произвести проверку взрывозащитных поверхностей (для датчиков взрывозащищенного исполнения с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка»). Если имеются повреждения

поверхностей взрывозащиты, то датчик отправить на ремонт.

- при снятой крышке необходимо убедиться в исправности электрических контактов, исключающей нагрев и короткое замыкание, проверить сопротивление изоляции и заземления;

- проверить надежность уплотнения вводимого кабеля;

- проверить состояние клеммной колодки. Она не должна иметь сколов и других повреждений;

Рекламации на датчик с дефектами, вызванными нарушениями правил эксплуатации, транспортирования и хранения, не принимаются.

Гарантийное обслуживание датчиков производится предприятием-изготовителем.

Постгарантийный ремонт производится по отдельному договору.

3.2 Возможные неисправности и способы их устранения

В таблице 12 приведена информация о способах устранения неисправностей для большинства проблем, возникающих в процессе работы.

Если Вы подозреваете неисправность, несмотря на отсутствие диагностических сообщений на дисплее индикатора, проведите описанные здесь процедуры, чтобы проверить функционирование аппаратной части и технологических соединений.

Таблица 12

Неисправность	Устранение неисправности
1	2
Датчик не включается	Проверьте напряжение на клеммах. Проверьте полярности подключения источника питания. Низкое напряжение питания. *Проверить и отрегулировать.* Короткое замыкание в цепи питания. *Найти и устранить замыкание.*
Выходной сигнал отсутствует	Обрыв в линии интерфейса. *Найти и устранить обрыв.* Короткое замыкание в линии интерфейса. *Найти и устранить замыкание.*
Выходной сигнал нестабилен.	Нарушена герметичность в линии подвода давления. *Найти и устранить негерметичность*. Нарушена герметичность уплотнения монтажного фланца или ниппеля датчика. *Заменить уплотнительное кольцо.* Нарушена герметичность пробки фланца сенсора датчика. Подтянуть пробки. Окислены контактные поверхности. *Отключить питание. Освободить доступ к контактным поверхностям. Очистить контакты.*
Датчик не реагирует на изменение поданного давления	Проверьте измерительное оборудование. Проверьте, не засорились ли импульсные трубы или клапанный блок. Проверьте, что приложенное давление соответствует калиброванному диапазону.
Негерметичность	Нарушена герметичность между клапанным блоком и датчиком или между клапанным блоком и монтажным фланцем или ниппелем. Повторить сборку или заменить уплотнительное кольцо.
Выходной сигнал не соответствует заданным параметрам	Неисправность в блоке электроники. Возвратите преобразователь для замены или ремонта.

4 Транспортирование и хранение

4.1 Датчики могут храниться как в транспортной таре с укладкой в штабеля до 5 ящиков по высоте, так и во внутренней упаковке и без упаковки – на стеллажах.

Условия хранения датчиков в транспортной таре и во внутренней упаковке - 3 по ГОСТ 15150.

Условия хранения датчиков без упаковки - 1 по ГОСТ 15150.

До проведения входного контроля не рекомендуется вскрывать чехол, в который упакован датчик, из полиэтиленовой пленки.

4.2 Датчики в упаковке транспортируются всеми видами закрытого транспорта, в том числе и воздушным транспортом в отапливаемых герметизированных отсеках в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта.

Способ укладки ящиков с датчиками на транспортирующее средство должен исключать их перемещение.

Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования ящики не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

При транспортировании датчиков железнодорожным транспортом вид отправки – мелкая или малотоннажная. Допускается транспортирование датчиков в контейнерах.

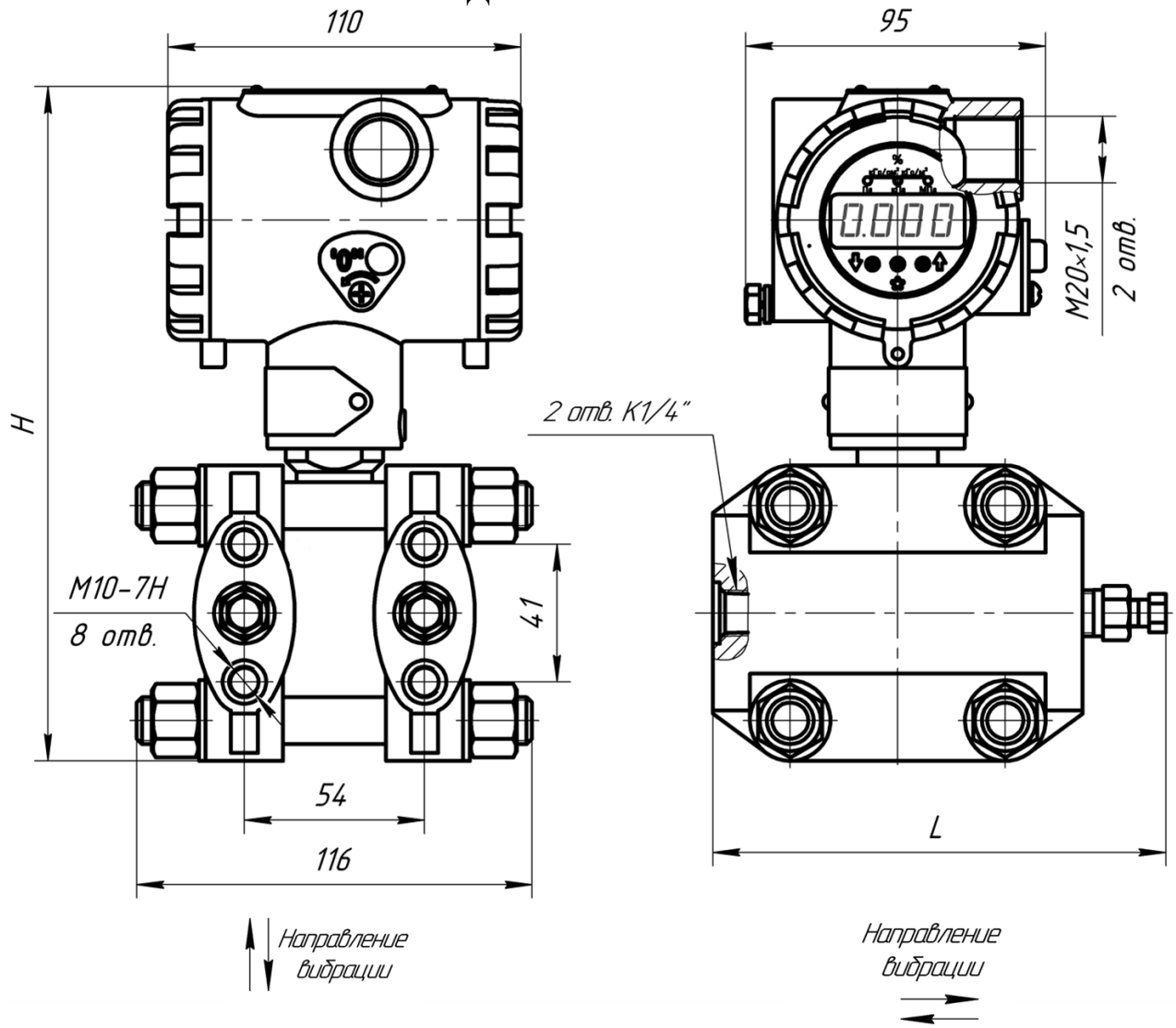
4.3 Срок пребывания датчиков в соответствующих условиях транспортирования не более 3 месяцев.

4.4 Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов должны соответствовать следующим условиям хранения 6 или 3 (для морских перевозок в трюмах) по ГОСТ 15150.

5 Утилизация

Утилизация датчиков производится по инструкции эксплуатирующей организации.

Приложение А
(обязательное)
Габаритные и присоединительные размеры
Датчиков Агат-100МТ



Внимание: у датчиков Агат-100МТ-ДВ рабочая полость со стороны маркировки “-”

Исполнения датчика	**H, мм**	**L, мм**
1110, 1210, 1310, 1410	250 max	190
1120, 1130, 1140, 1220, 1230, 1240, 1320, 1330, 1340, 1345,1420, 1430, 1434, 1440, 1444, 1450, 1460	205 max	130

Рисунок А.1 – Датчики Агат-100МТ-ДИ исполнений 1110, 1120, 1130, 1140
Датчики Агат-100МТ-ДВ исполнений 1210, 1220, 1230, 1240
Датчики Агат-100МТ-ДИВ исполнений 1310, 1320, 1330, 1340, 1345
Датчики Агат-100МТ-ДД исполнений 1410, 1420, 1430, 1434, 1440
1444, 1450, 1460

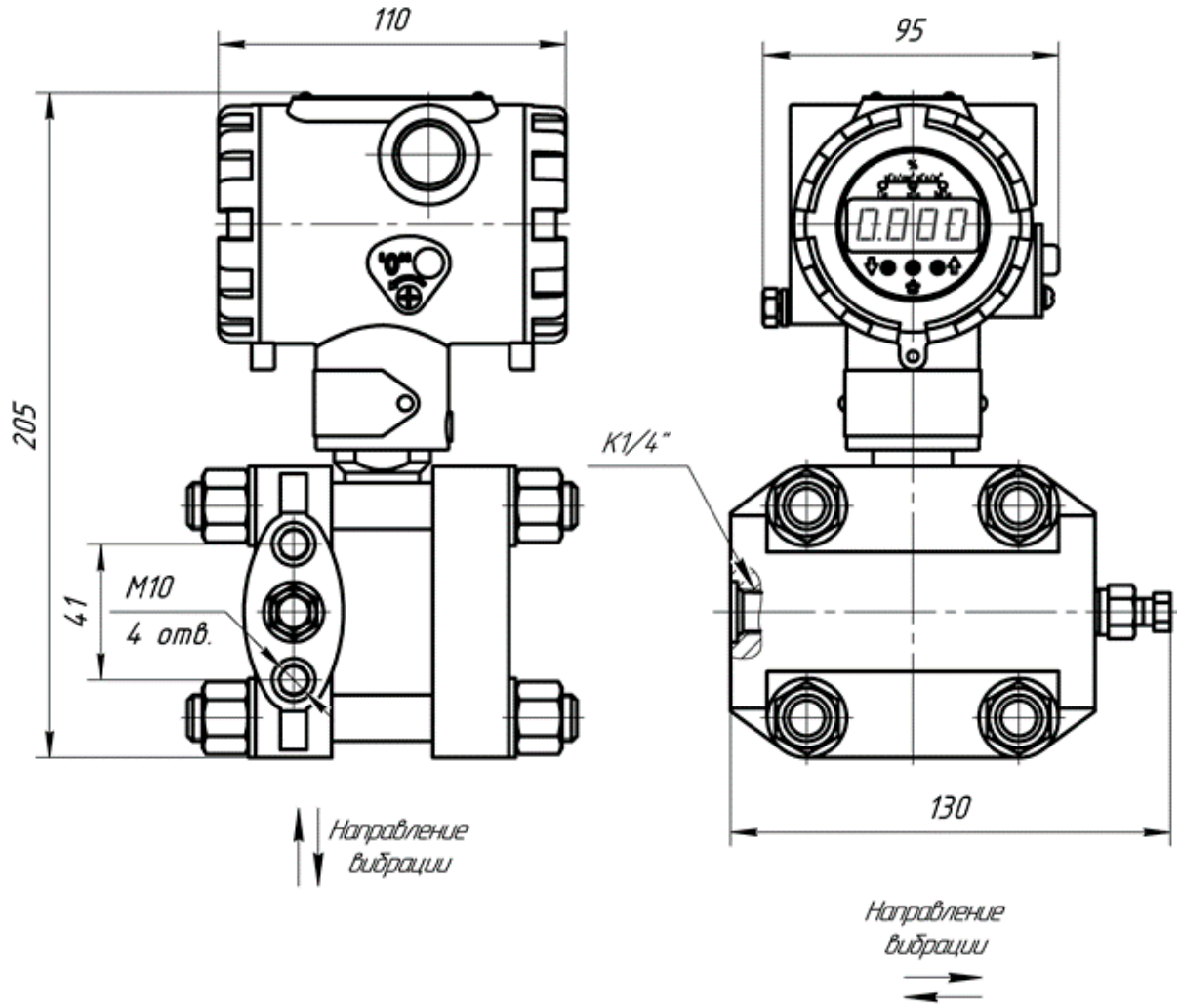
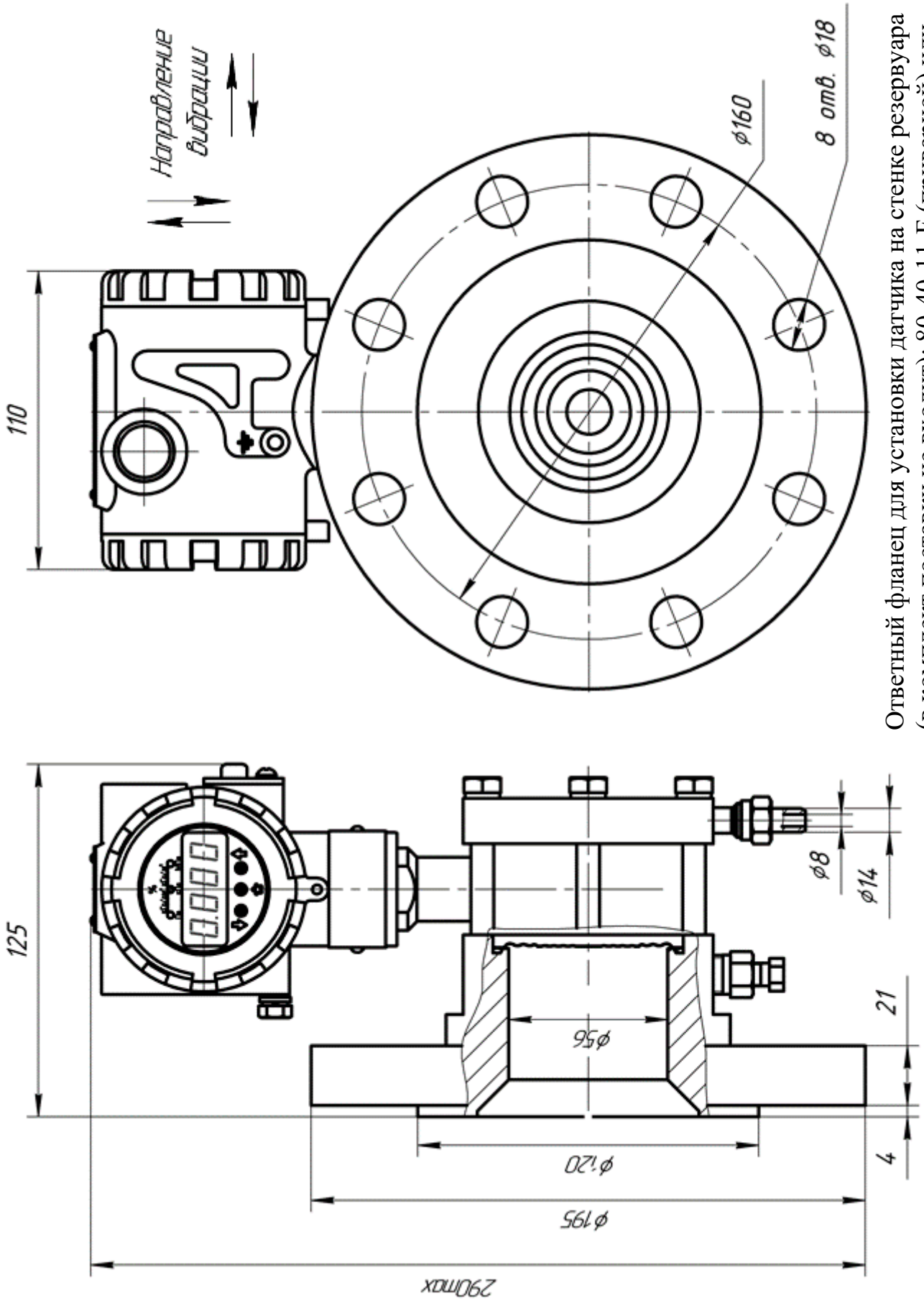


Рисунок А.2 – Агат-100МТ-ДА исполнений 1020, 1030, 1040



Ответный фланец для установки датчика на стенке резервуара (в комплект поставки не входит): 80-40-11-F (приварной) или 80-40-21-F (литой) по ГОСТ 33259-2015

Рисунок А.3 – Агат-100МТ-ДГ исполнений 1530, 1540

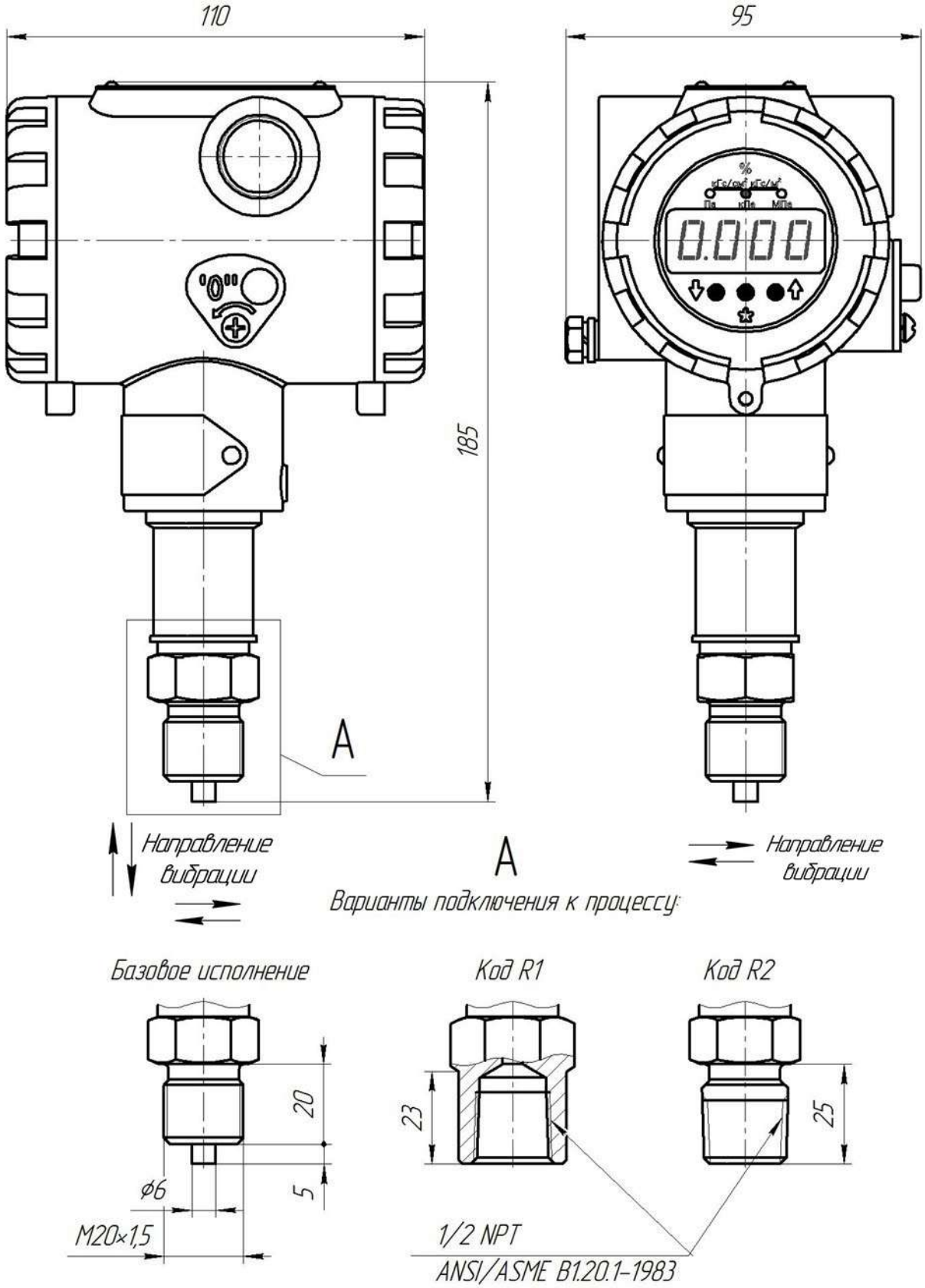
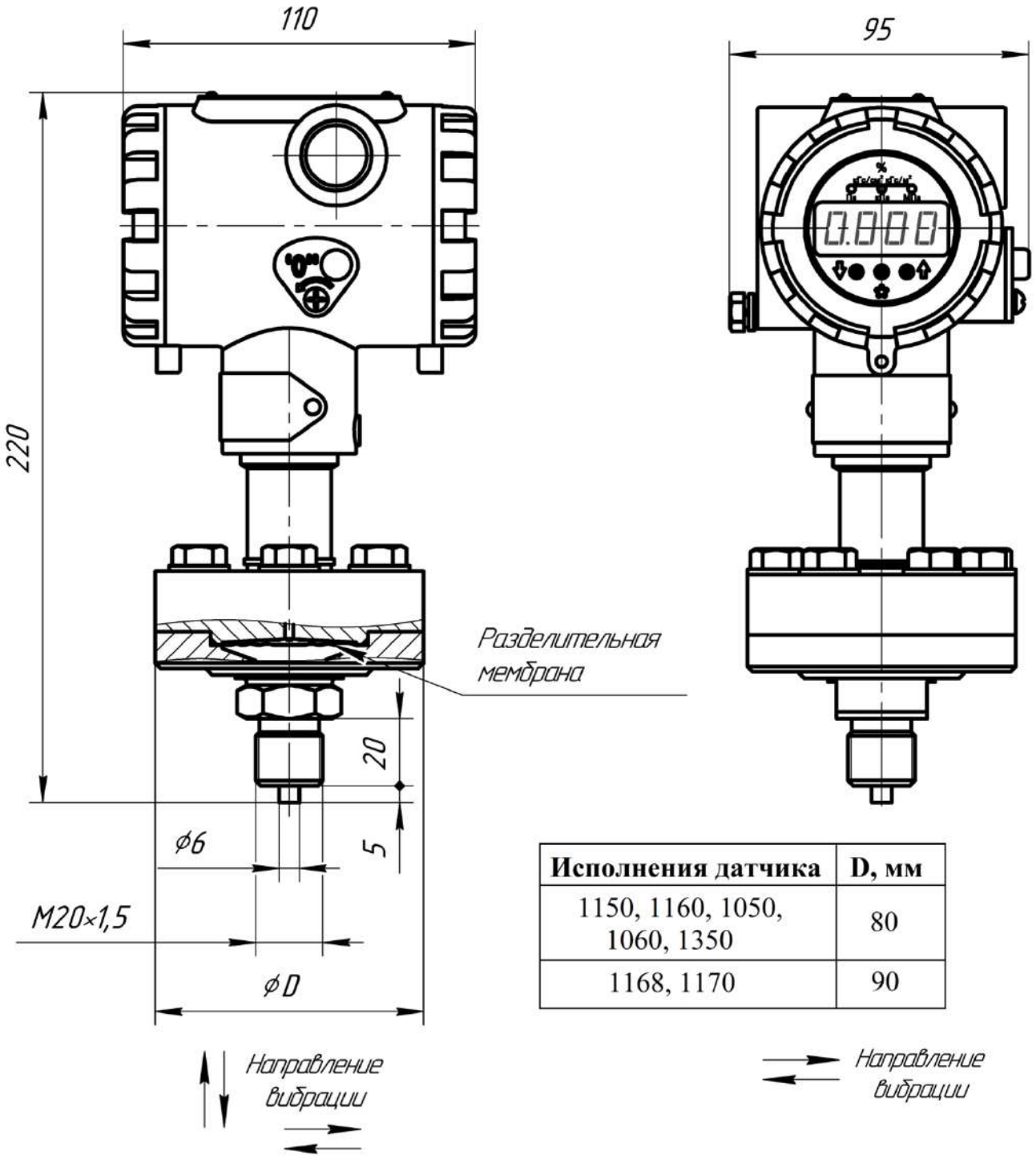


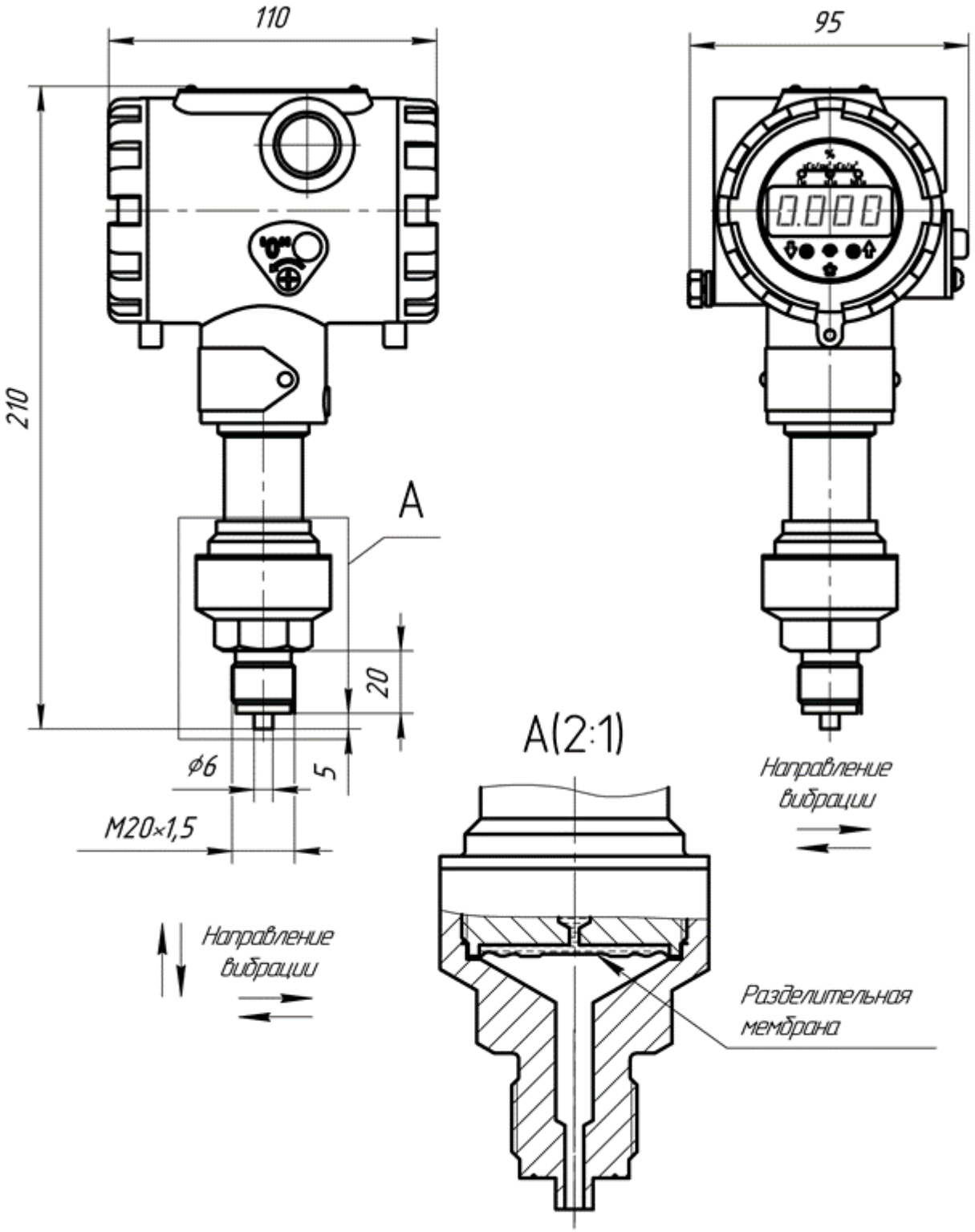
Рисунок А.4 – Агат-100МТ-ДИ исполнений 1141, 1143, 1151, 1153, 1161, 1163, 1167, 1171
Агат-100МТ-ДА исполнений 1041, 1051, 1061
Агат-100МТ-ДИВ исполнений 1341, 1351



Исполнения датчика	D, мм
1150, 1160, 1050, 1060, 1350	80
1168, 1170	90

Конструкция датчика с разделительной мембраной, разборная.
Разделительная жидкость – ПМС-5.

Рисунок А.5 – Агат-100МТ-ДИ исполнений 1150, 1160, 1168, 1170
Агат-100МТ-ДА исполнений 1050, 1060
Агат-100МТ-ДИВ-1350



Конструкция моделей с разделительной мембраной, неразборная.
Разделительная жидкость - ПМС-5.

Рисунок А.6 – Агат-100МТ-ДИ исполнений 1142, 1144, 1152, 1154, 1162
Агат-100МТ-ДА исполнений 1042, 1052, 1062
Агат-100МТ-ДИВ - 1342, 1352

Приложение Б

(обязательное)

Схемы внешних электрических соединений

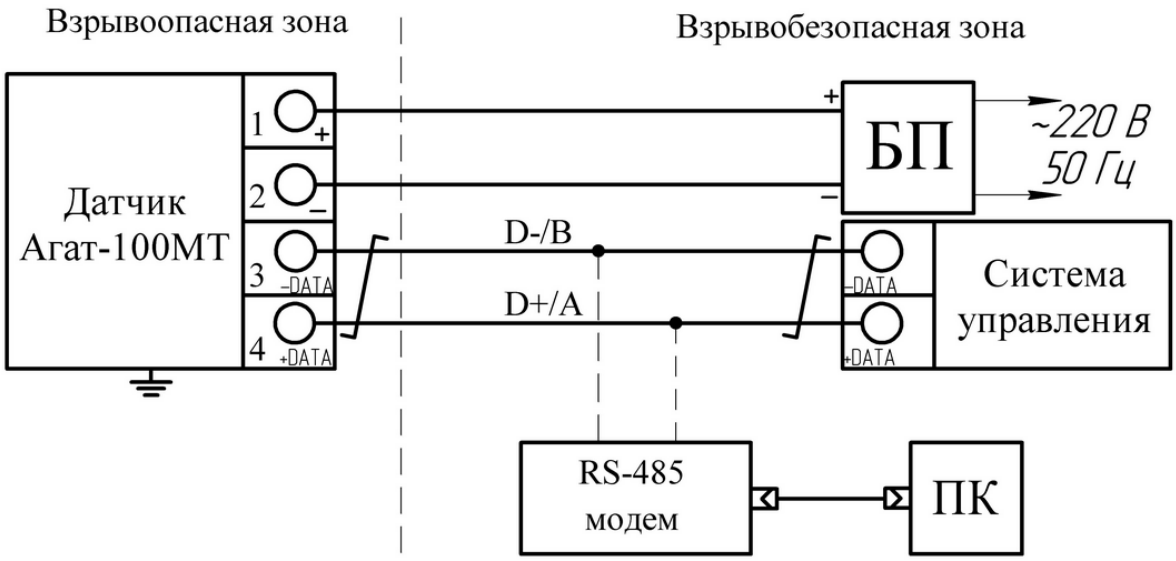


Рисунок Б.1 – Подключение датчиков с интерфейсом RS-485/Modbus

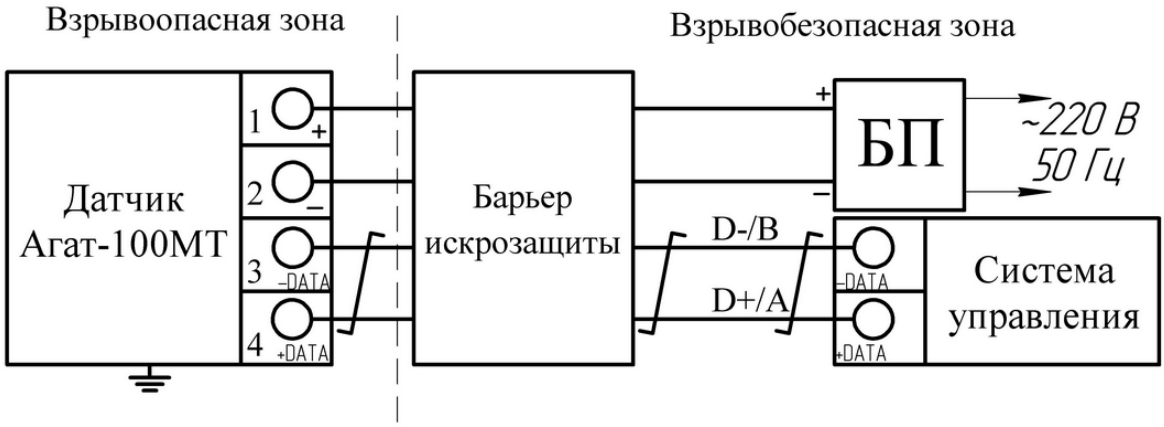


Рисунок Б.2 – Подключение датчиков с интерфейсом RS-485/Modbus с барьером искрозащиты сигнальных цепей и цепей питания

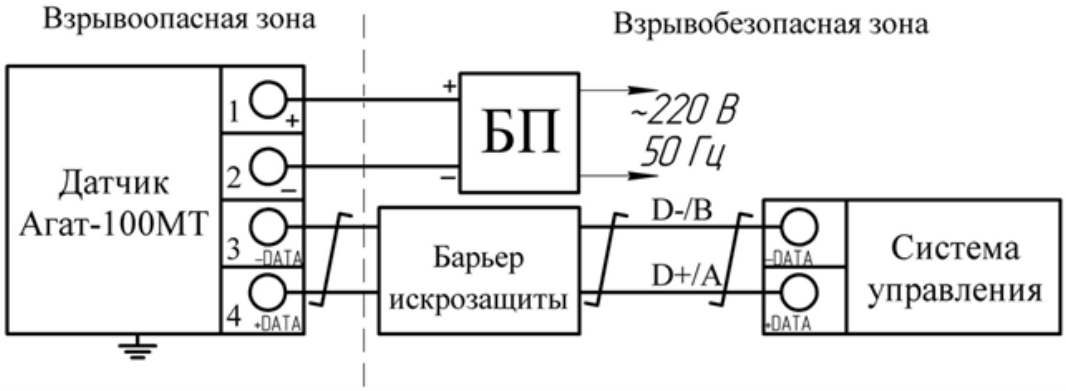


Рисунок Б.3 – Подключение датчиков с интерфейсом RS-485/Modbus с барьером искрозащиты сигнальных цепей

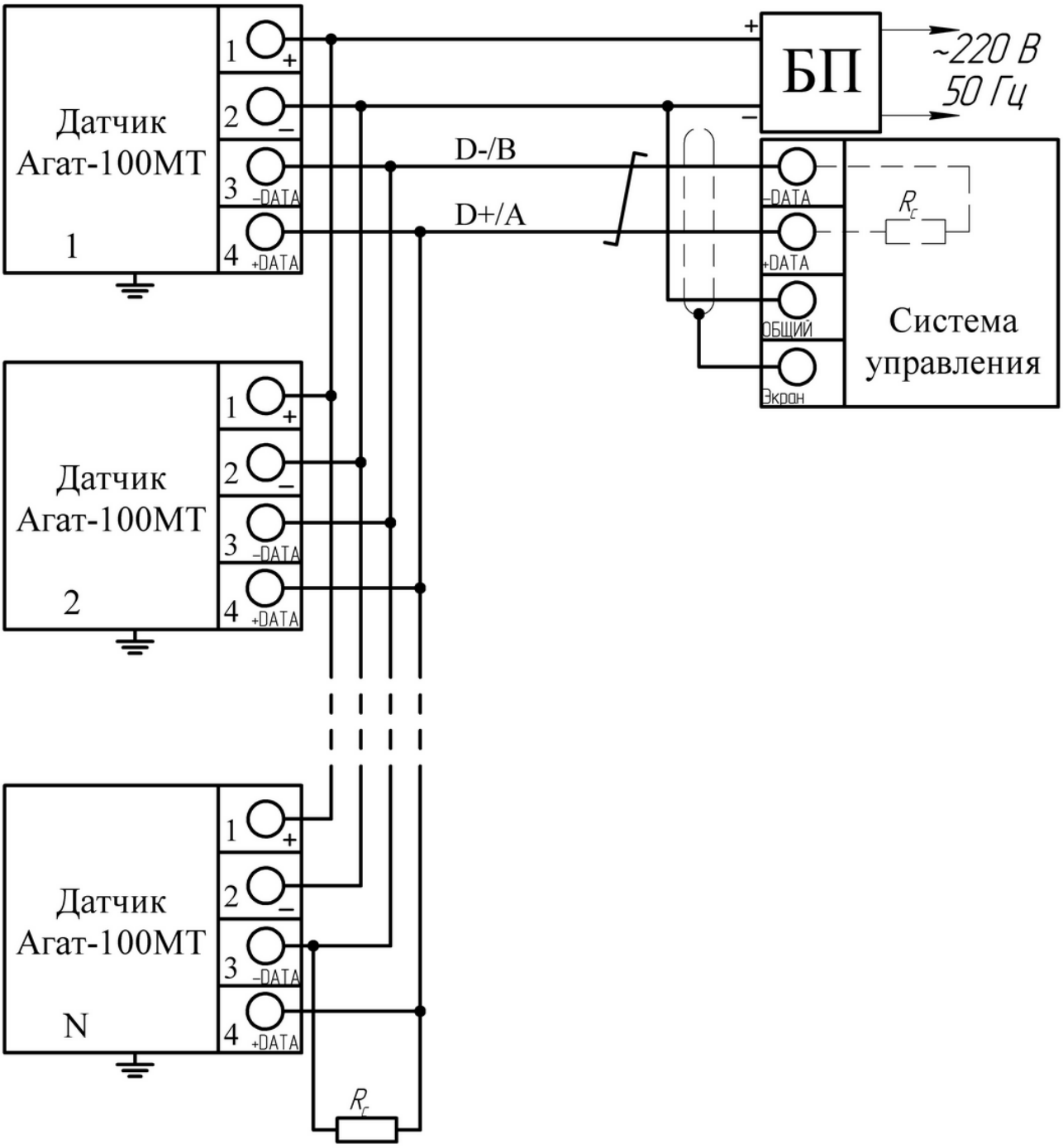


Рисунок Б.4 – Подключение нескольких датчиков с интерфейсом RS-485/Modbus

Примечание:

БП - блок питания
ПК - персональный компьютер
Rc – согласующие резисторы 120 Ом

Приложение В
(рекомендуемое)
Варианты кабельных вводов и электрических разъемов

Код	Параметры кабельного ввода
К01*	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для небронированного кабеля диаметром 6,1-11,7 мм
К02	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для небронированного кабеля диаметром 6,5-13,9 мм. *Материал — нержавеющая сталь.* Вид взрывозащиты — ExdIIC
К03	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для небронированного кабеля диаметром 6,5-13,9 мм. *Материал — никелированная латунь.* Вид взрывозащиты — ExdIIC
К05*	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для бронированного кабеля диаметром 6,5-13,9 мм, диаметр брони 12,5-20,9 мм. Вид взрывозащиты — ExdIIC
К06*	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для бронированного кабеля диаметром 6,1-11,7 мм, диаметр брони 9,5-15,9 мм. Вид взрывозащиты — ExdIIC
К07*	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для небронированного кабеля диаметром 6,5-13,9 мм, проложенного в гибком металлорукаве (РЗ 20, МРПИ 20, ГЕРДА-20). Вид взрывозащиты — ExdIIC
К08*	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для небронированного кабеля диаметром 6,1-11,7 мм, проложенного в гибком металлорукаве (РЗЦП-15, МРПИ-15, ГЕРДА-15). Вид взрывозащиты — ExdIIC
К09*	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для небронированного кабеля диаметром 6,5-13,9 мм, проложенного в гибком металлорукаве (РЗ 22, ГЕРДА-22). Вид взрывозащиты — ExdIIC
К10*	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для небронированного кабеля диаметром 6,5-13,9 мм, проложенного в гибком металлорукаве (РЗ 25, МРПИ 25, ГЕРДА-25). Вид взрывозащиты — ExdIIC
К11*	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для небронированного кабеля диаметром 6,5-13 мм, проложенного в гибком металлорукаве (РЗЦХ-15, ГЕРДА-16). Вид взрывозащиты — ExdIIC
К12*	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для небронированного кабеля диаметром 6,5-13,9 мм, проложенного в гибком металлорукаве (РЗ 18, МПРИ 18, ГЕРДА-18). Вид взрывозащиты — ExdIIC
К13*	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для бронированного кабеля диаметром 6,5-13,9 мм (диаметр брони 12,5-20,9 мм), проложенного в гибком металлорукаве условного диаметра Ду20. Вид взрывозащиты — ExdIIC
К14*	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для бронированного кабеля диаметром 6,2-11,7 мм (диаметр брони 9,5-15,9 мм), проложенного в гибком металлорукаве условного диаметра Ду15. Вид взрывозащиты — ExdIIC
К15*	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для бронированного кабеля диаметром 6,5-13,9 мм (диаметр брони 12,5-20,9 мм), проложенного в гибком металлорукаве условного диаметра Ду25. Вид взрывозащиты — ExdIIC
К16*	Кабельный ввод с резьбой М20х1,5, для бронированного кабеля диаметром 6,5-13,9 мм (диаметр брони 12,5-20,9 мм), проложенного в гибком металлорукаве условного диаметра Ду32. Вид взрывозащиты — ExdIIC

Примечание: степень защиты кабельных вводов от воздействия пыли и воды соответствует группе IP67 по ГОСТ 14254.

* Материал изготовления кабельного ввода:

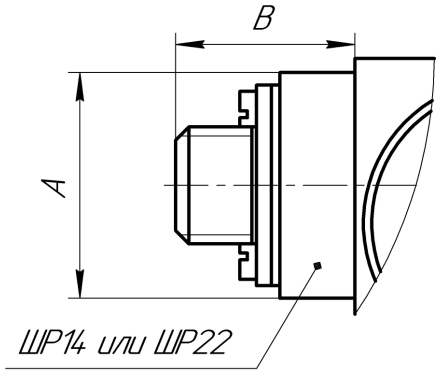
- код не указывается — никелированная латунь (Кхх);
- код «Н» — нержавеющая сталь (КххН).

Разъемы штепсельные

Код	Параметры разъема
ШР14 ШР14(1-)	Штепсельный разъем: вилка 2РМТ14Б4Ш1В1БВ ГЕО.364.140 ТУ (розетка 2РМ14КПН4Г1В1 ГЕО.364.126 ТУ)
ШР22 ШР22(1-)	Штепсельный разъем: вилка 2РМТ22Б4Ш3В1 ГЕО.364.126 ТУ (розетка 2РМ22КПН4Г3В1 ГЕО.364.126 ТУ) или вилка 2РМ22Б4Ш3В1В ГЕО.364.126 ТУ (розетка 2РМ22КПН4Г3В1В ГЕО.364.126 ТУ)
GSP GSP(1-)	Разъем GSP по DIN 43650 (вилка - розетка)

Примечания

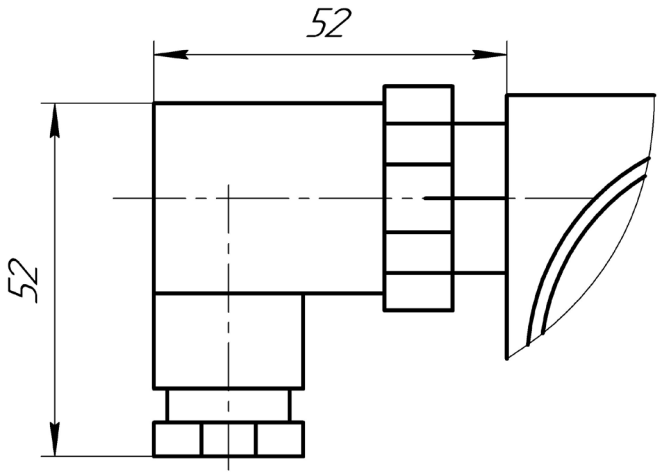
1. Разъемы ШР14, ШР22 и GSP для датчиков взрывозащищенного исполнения Агат-100М-Exd не применяются.
2. Степень защиты разъемов штепсельных от воздействия пыли и воды соответствует группе IP65 по ГОСТ 14254.



Код	A	B
ШР14	27	25
ШР22	32	28

Код/Контакт	1	2	3
ШР14	+	–	⏚
ШР22	+	–	⏚
ШР14(1–)	–	+	⏚
ШР22(1–)	–	+	⏚

Рисунок В.1 – Штепсельный разъем ШРхх



Код/Контакт	1	2	3
GSP	+	–	⏚
GSP(1–)	–	+	⏚

Рисунок В.2 – Разъем GSP

Приложение Г

(рекомендуемое)

Варианты монтажных частей

Таблица Г.1

Код	Монтажные части	Применяемость (исп-е датчика)
1	2	3
М20	Монтажный фланец с наружной резьбой М20×1.5, ниппель с накидной гайкой. Материал – сталь нержавеющая.	1020, 1030, 1040, 1110, 1120, 1130, 1140, 1210, 1220, 1230, 1240, 1310, 1320, 1330, 1340, 1345, 1410,1420, 1430, 1434, 1440, 1444, 1450, 1460
М20У	Монтажный фланец с наружной резьбой М20×1.5, ниппель с накидной гайкой Материал – сталь углеродистая.	
М20 (09Г2С)	Монтажный фланец с наружной резьбой М20×1.5, ниппель с накидной гайкой. Материал – сталь09Г2С.	
К1/2	Монтажный фланец с внутренней резьбой К1/2 Материал – сталь нержавеющая	
К1/4	Монтажный фланец с внутренней резьбой К1/4 Материал – сталь нержавеющая	
1/2NPT	Монтажный фланец с внутренней резьбой ½NPT Материал – сталь нержавеющая	
1/4NPT	Монтажный фланец с внутренней резьбой ¼NPT Материал – сталь нержавеющая	
К1/2$_{нар}$	Монтажный фланец с наружной резьбой К1/2 Материал – сталь нержавеющая	
К1/4$_{нар}$	Монтажный фланец с наружной резьбой К1/4 Материал – сталь нержавеющая	
1/2NPT$_{нар}$	Монтажный фланец с наружной резьбой ½NPT Материал – сталь нержавеющая	
1/4NPT$_{нар}$	Монтажный фланец с наружной резьбой ¼NPT Материал – сталь нержавеющая	

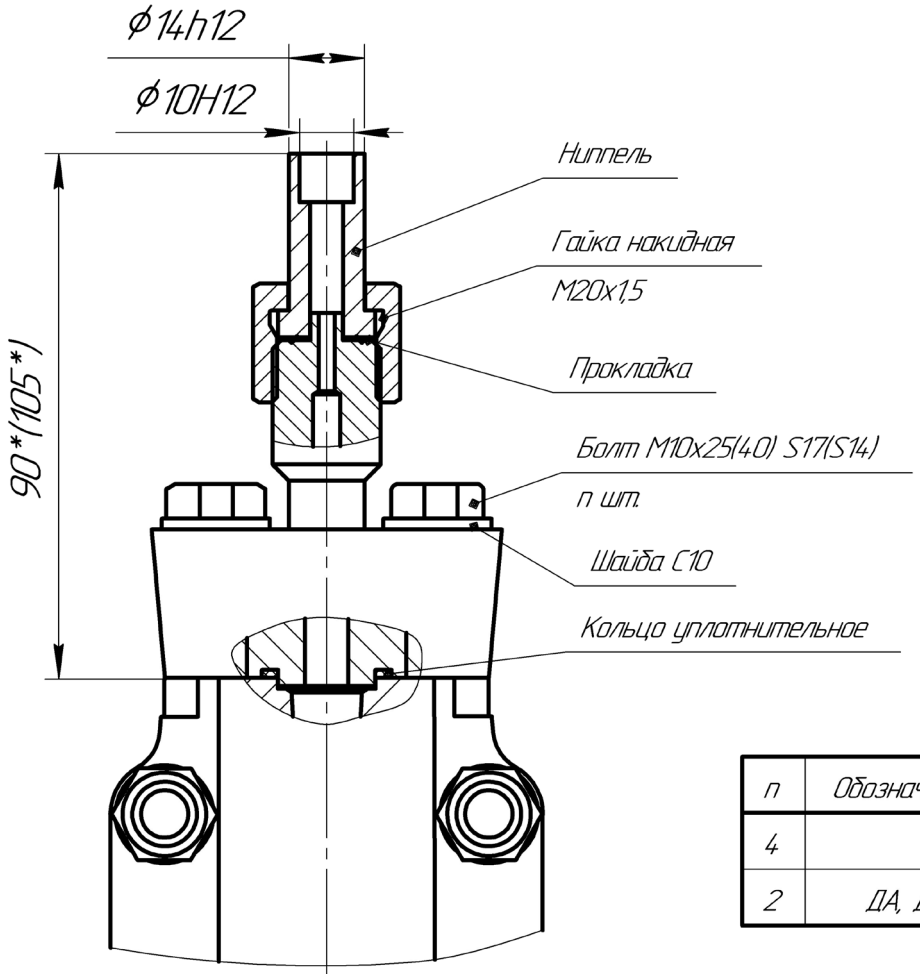
Продолжение таблицы Г.1

1	2	3
М20	Ниппель с накидной гайкой М20×1,5 Материал – сталь нержавеющая	1041, 1051, 1061, 1141, 1143, 1144, 1151, 1153, 1154, 1161, 1163, 1167, 1171, 1341, 1351, 1142, 1144, 1152, 1154, 1162, 1042, 1052, 1062, 1342, 1352, 1050, 1060, 1150, 1160, 1168, 1170, 1350
М20У	Ниппель с накидной гайкой М20×1,5 Материал – сталь углеродистая	
М20 (09Г2С)	Монтажный фланец с наружной резьбой М20×1.5, ниппель с накидной гайкой. Материал – сталь 09Г2С.	
ПР3	Переходник с резьбой К½ внутренней	
ПР4	Переходник с резьбой К¼ внутренней	
ПР7	Переходник с резьбой ¼NPT наружной	
ПР8	Переходник с резьбой ½NPT наружной	
ПР9	Переходник с резьбой ¼NPT внутренней	
ПР10	Переходник с резьбой ½NPT внутренней	
ПР11	Переходник с резьбой К¼ наружной	
ПР12	Переходник с резьбой К½ наружной	
ПР20	Переходник с резьбой G½ наружной	

Коды монтажных кронштейнов

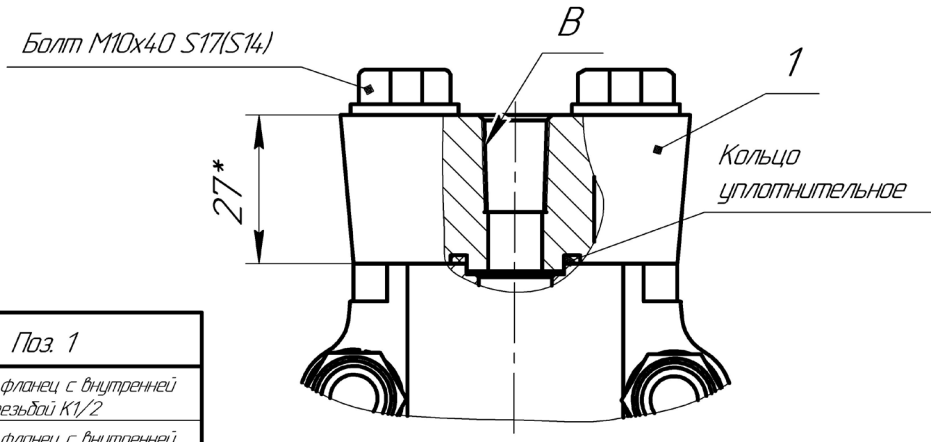
Таблица Г.2

Код	Монтажные кронштейны	Применяемость (исп-е датчика)
СК	Скоба, кронштейн из углеродистой стали для крепления датчика на трубе диаметром 50 мм и панели	Все исполнения, кроме 1530, 1540
СКн	Скоба, кронштейн из нержавеющей стали для крепления датчика на трубе диаметром 50 мм и панели	
СК60	Скоба, кронштейн из углеродистой стали для крепления датчика на трубе диаметром 60 мм и панели	
К	Кронштейн из углеродистой стали для крепления датчика на панели	1041, 1051, 1061, 1141, 1143, 1144, 1151, 1153, 1154, 1161, 1163, 1167, 1171, 1341, 1351, 1142, 1144, 1152, 1154, 1162, 1042, 1052, 1062, 1342, 1352



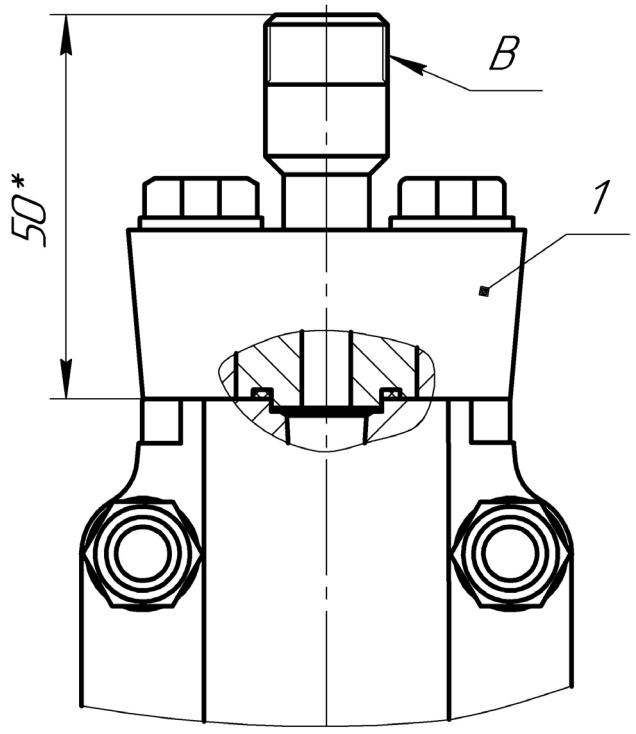
n	Обозначение датчика
4	ДД
2	ДА, ДИ, ДВ, ДИВ

Рисунок Г.1 - Комплект монтажных частей «М20» для исполнений датчиков давления по рис. А.1, А.2



Резьба B	Поз. 1
К1/2	Монтажный фланец с внутренней резьбой К1/2
К1/4	Монтажный фланец с внутренней резьбой К1/4
1/2NPT	Монтажный фланец с внутренней резьбой 1/2NPT
1/4NPT	Монтажный фланец с внутренней резьбой 1/4NPT

Рисунок Г.2 – Комплект монтажных частей «К1/2», «К1/4», «1/2NPT», «1/4NPT» для исполнений датчиков давления по рис. А.1, А.2, остальное см. рис. Г.1



Резьба B	Поз. 1
K1/2	Монтажный фланец с наружной резьбой K1/2
K1/4	Монтажный фланец с наружной резьбой K1/4
1/2NPT	Монтажный фланец с наружной резьбой 1/2NPT
1/4NPT	Монтажный фланец с наружной резьбой 1/4NPT

Рисунок Г.3 – Комплект монтажных частей «К1/2$_{нар}$», «К1/4$_{нар}$», «1/2NPT$_{нар}$», «1/4NPT$_{нар}$» для исполнений датчиков по рис. А.1, А.2, остальное см. рис. Г.1

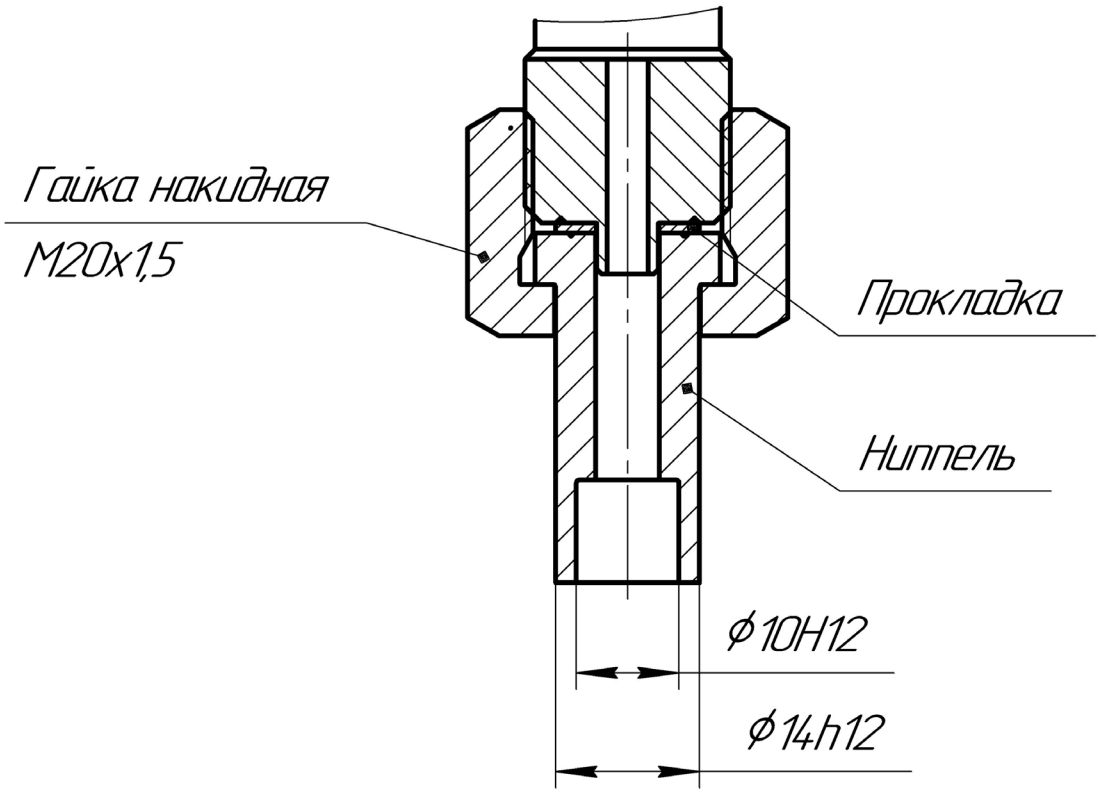
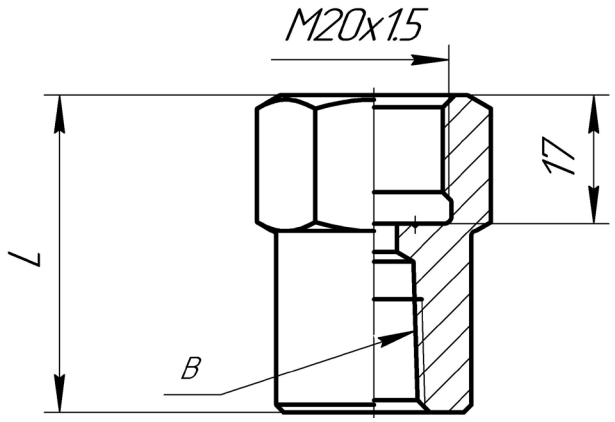
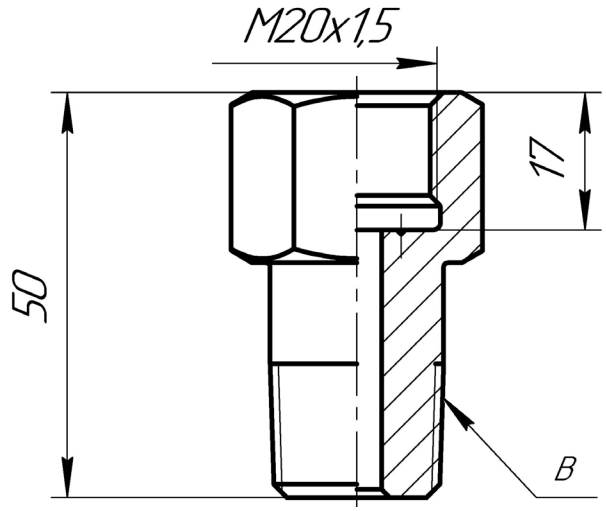


Рисунок Г.4 – Комплект монтажных частей «М20» для исполнений датчиков давления по рис. А.4, А.5, А.6



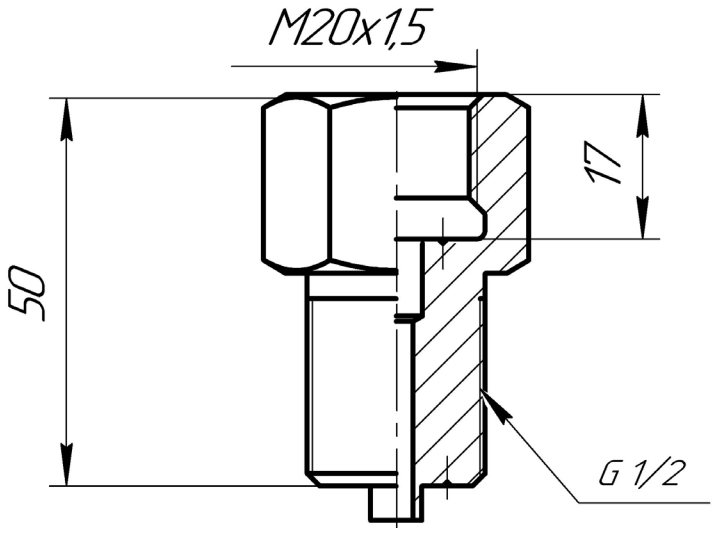
Код	B	L
ПР3	К1/2	50
ПР4	К1/4	42
ПР9	1/4NPT	42
ПР10	1/2NPT	50

Переходник с внутренней резьбой к процессу



Код	B
ПР7	1/4NPT
ПР8	1/2NPT
ПР11	К1/4
ПР12	К1/2

Переходник с наружной резьбой к процессу



Переходник с наружной резьбой G1/2 (ПР20) к процессу

Рисунок Г.5 – Переходники для исполнений датчиков по рис. А.4, А.5, А.6

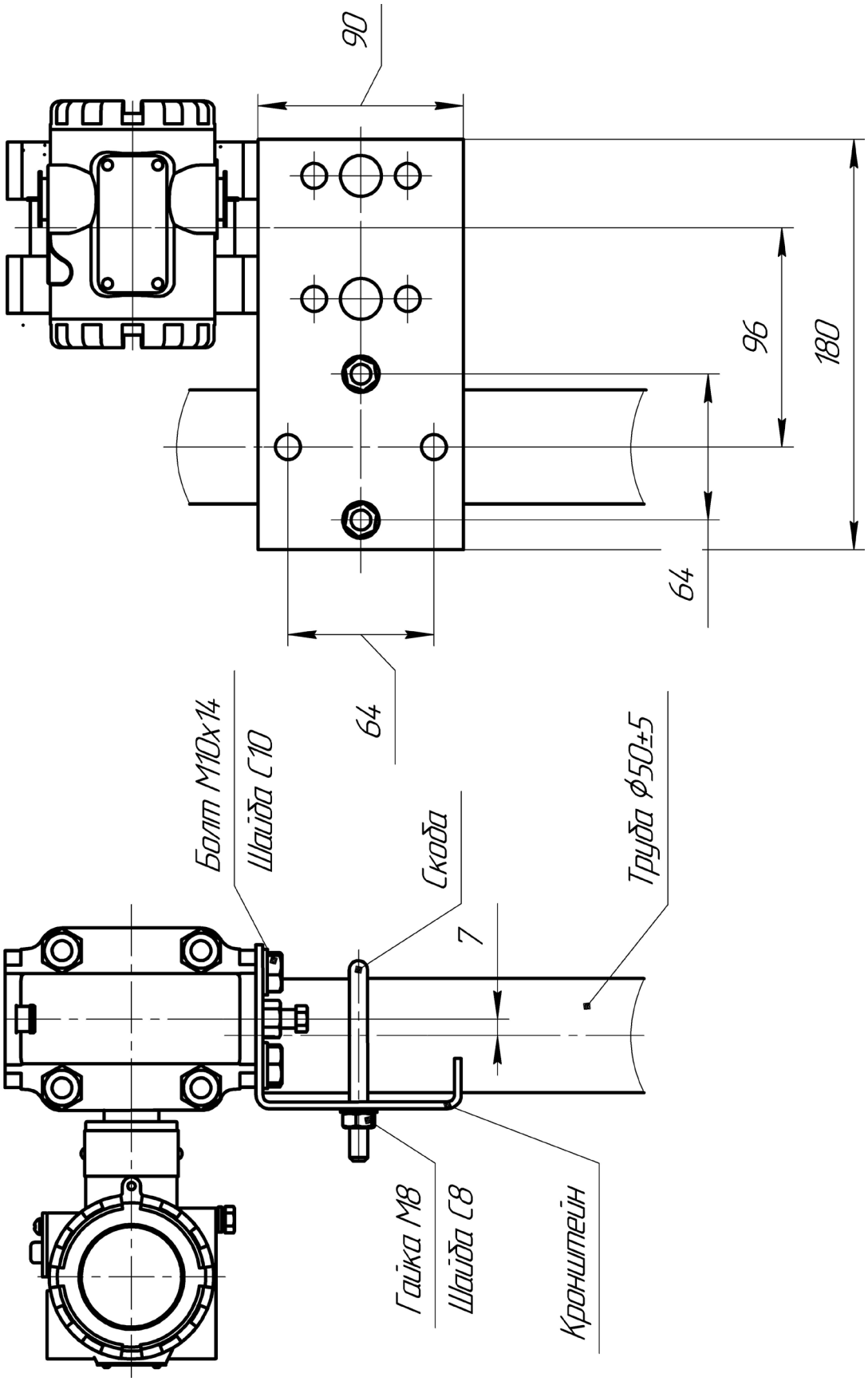


Рисунок Г.6 – Монтажные кронштейны «СК» и «СК(60)» для исполнений датчиков давления по рис. А.1, А.2

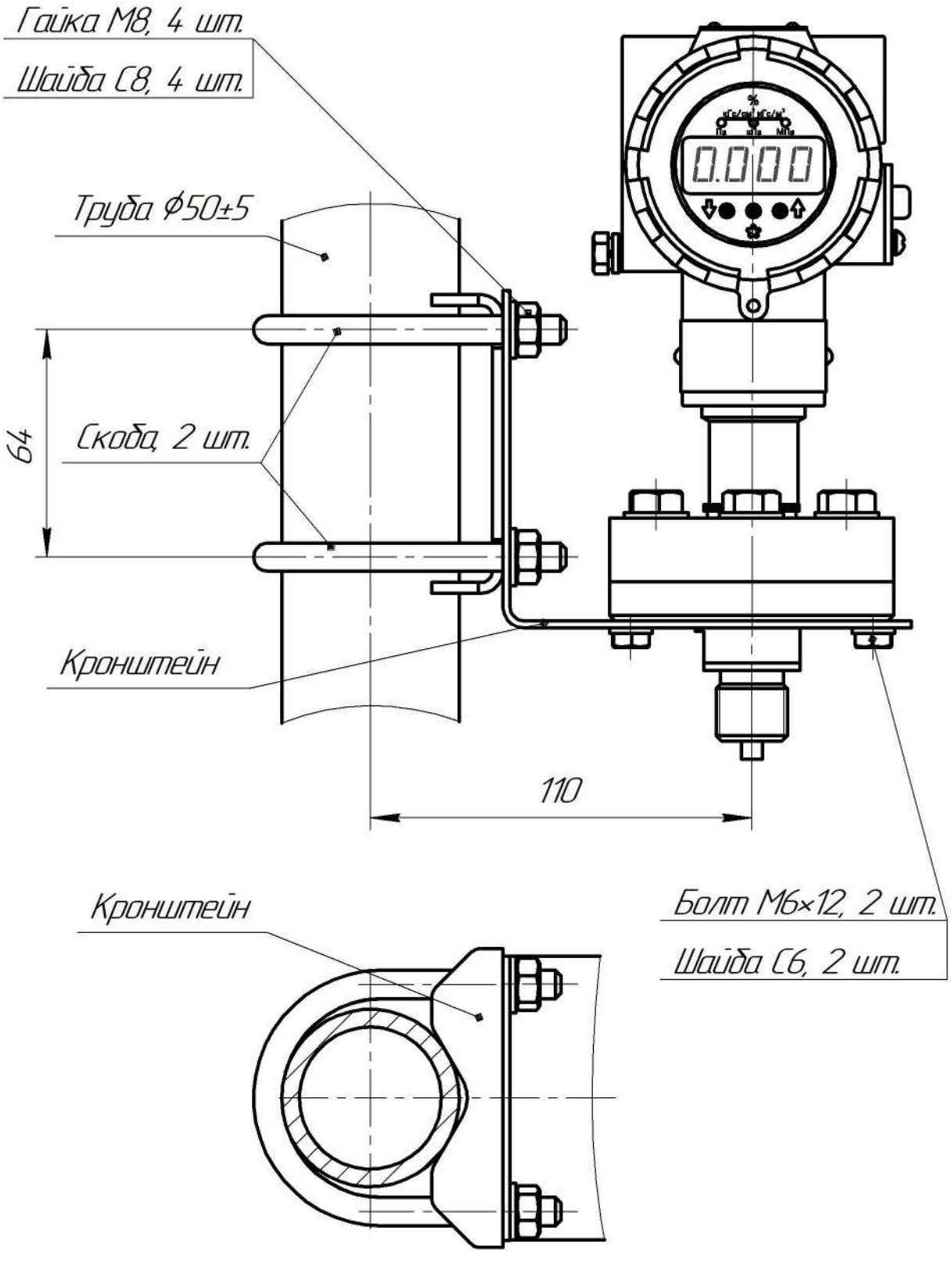


Рисунок Г.7 – Монтажный кронштейн «СК» для исполнений датчиков давления по рис. А.5

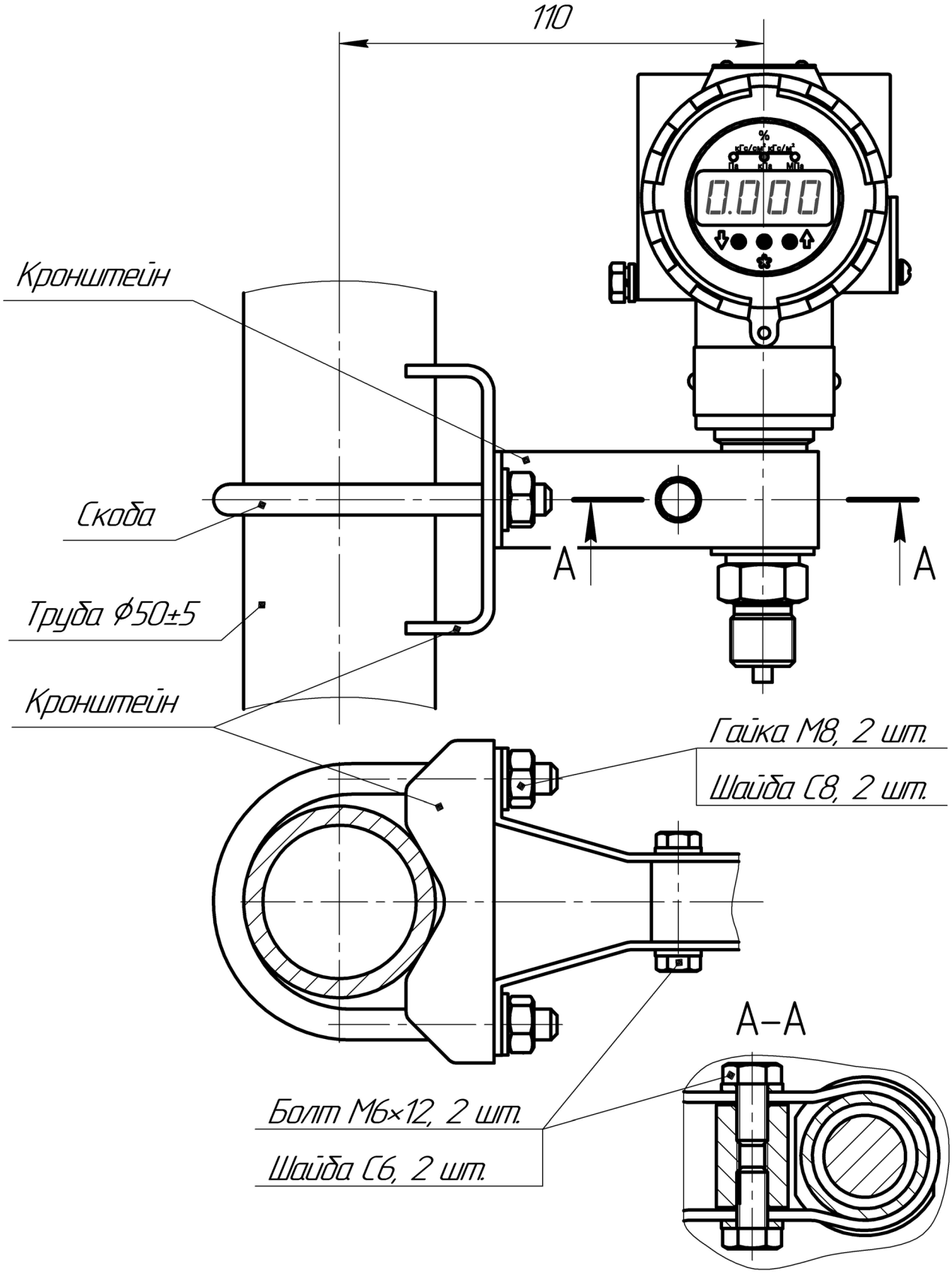


Рисунок Г.8 – Монтажный кронштейн «СК» для исполнений датчиков давления по рис. А.4, А.6

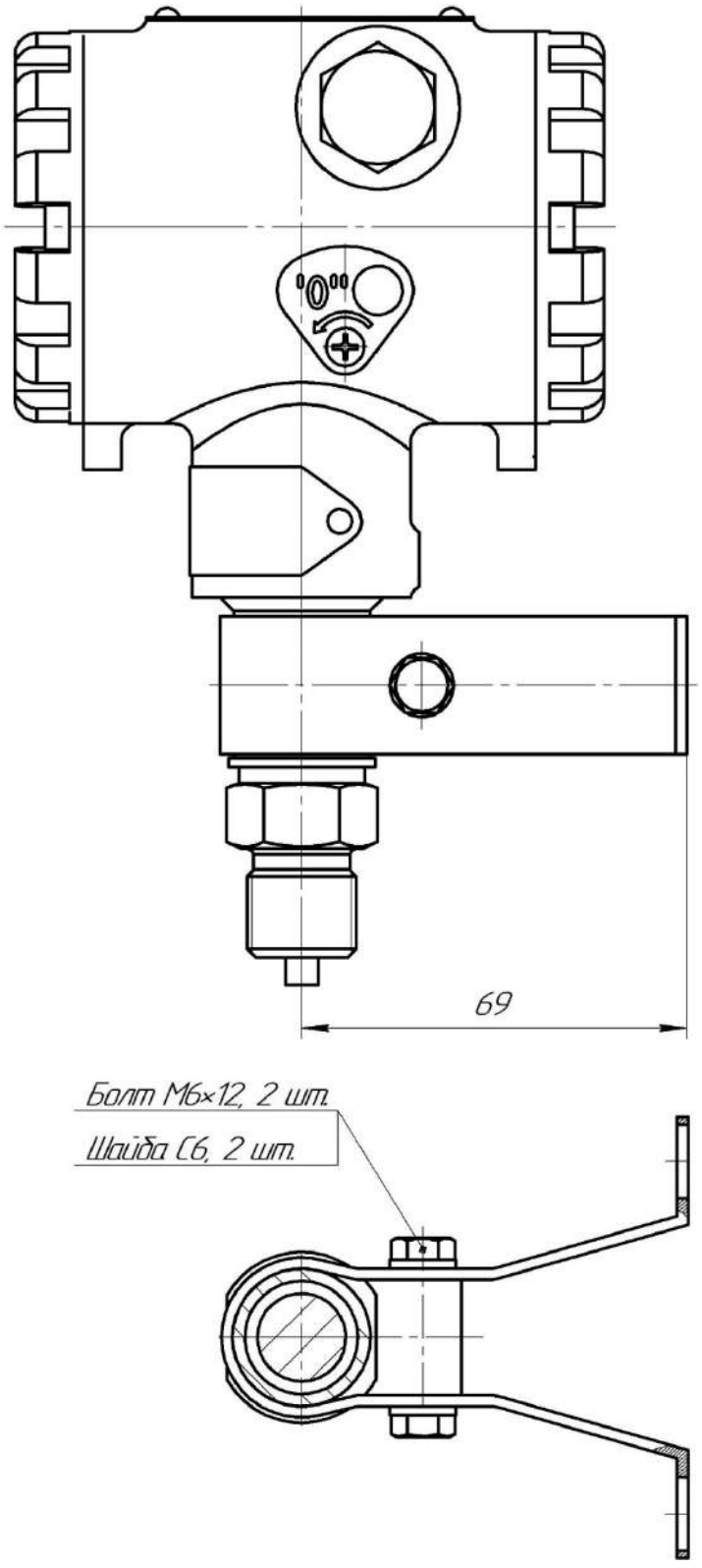


Рисунок Г.9 – Монтажный кронштейн «К» для исполнений датчиков давления по рис. А.4, А.6

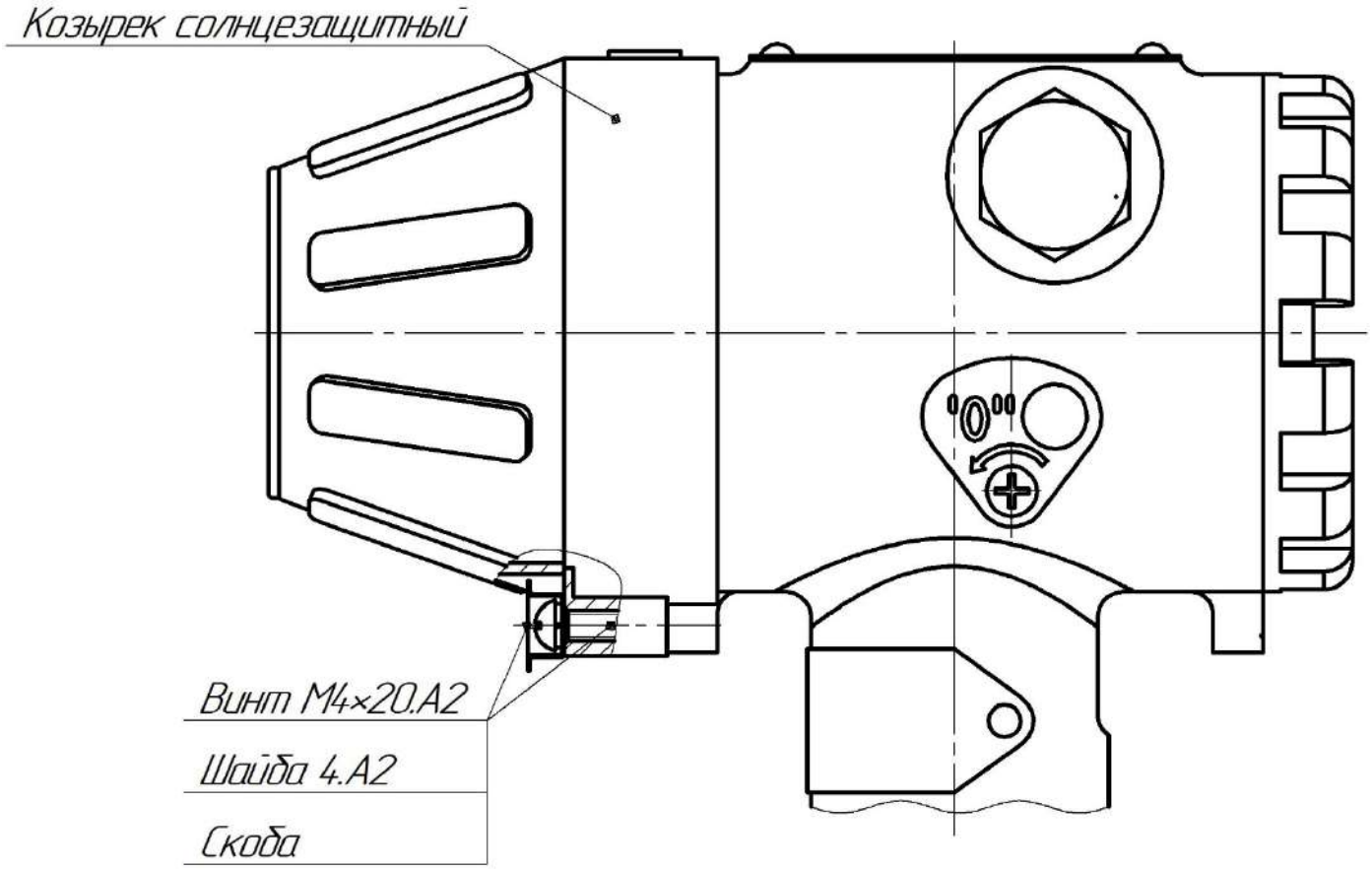


Рисунок Г.10 – Солнцезащитный козырек «ЦИК» для датчиков
со встроенным светодиодным цифровым индикатором

Приложение Д (обязательное)
Чертеж средств взрывозащиты датчиков Агат-100МТ-Exd

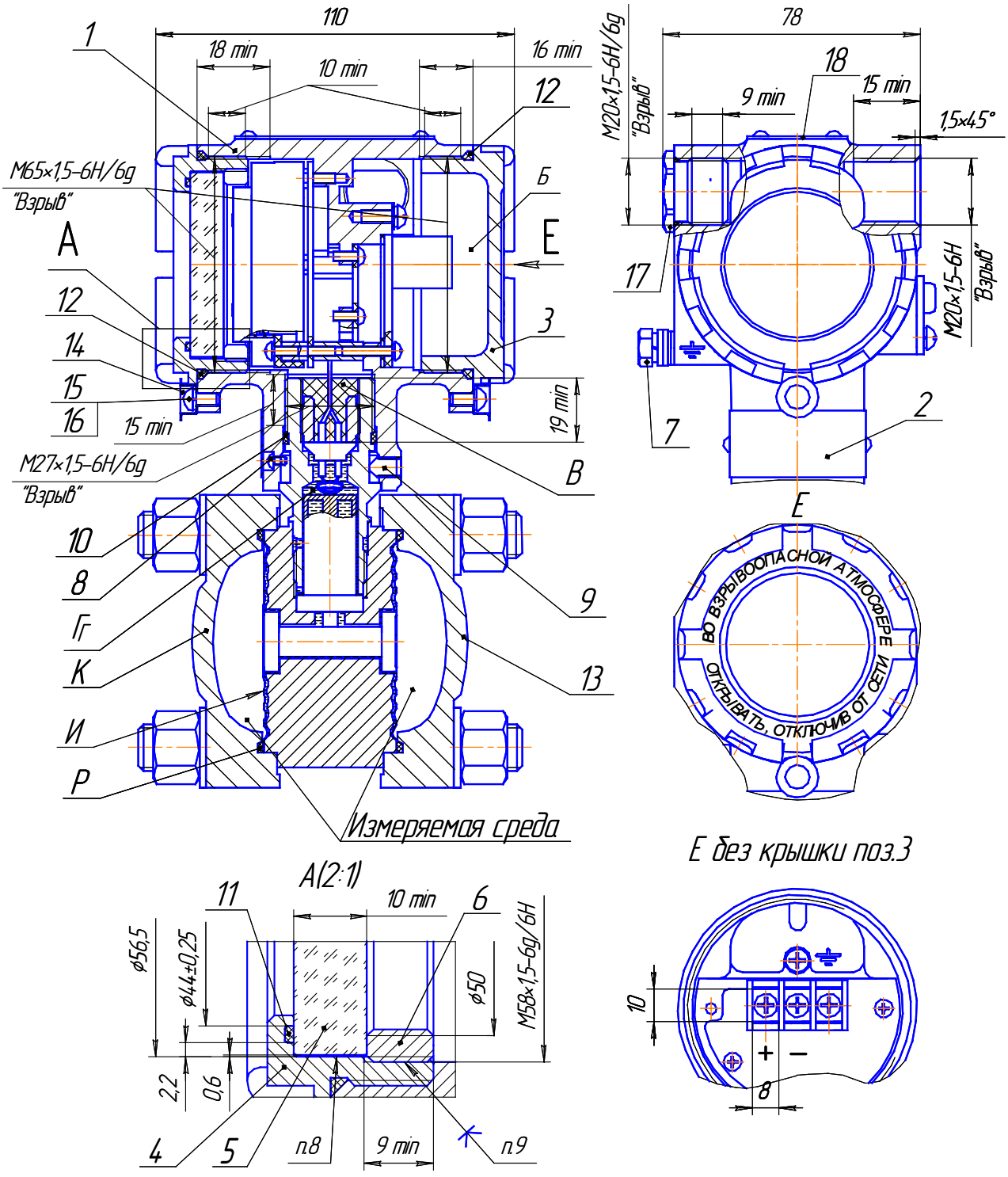


Рисунок Д.1 - Для исполнения датчиков со встроенным блоком индикации (код ЦИ)

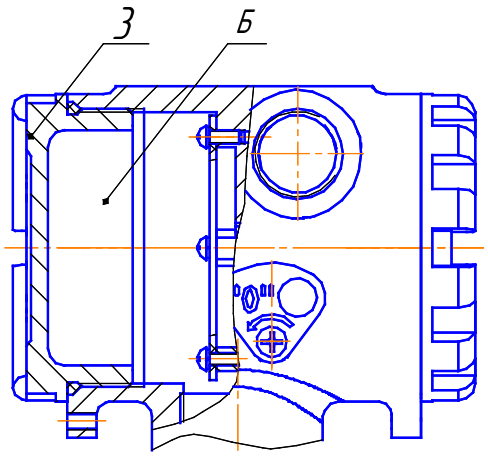


Рис. Д.2 – Для исполнения датчиков без блока индикации. Остальное см. рис. Д.1

Поз.	Наименование	Обозначение
1	Корпус	ЕК-0010В
2	Табличка	АГСТ.300.000.06
3	Крышка	ЕК-0011А
4	Крышка	ЕК-0012
5	Диск	АГСТ.100.110.02
6	Кольцо	ЕК-0013
7	Болт	М6х12.А2 DIN 933
8	Винт	М2,5-6g×4.48.016 ГОСТ 17473
9	Винт	М6-6g×8.21 ГОСТ 8878
10	Кольцо	024-028-25-2-2 ГОСТ 9833/ГОСТ 18829
11	Кольцо	048-052-19-2-2 ГОСТ 9833/ГОСТ 18829
12	Кольцо	063-068-30-2-3 ГОСТ 9833/ГОСТ 18829
13	Преобразователь давления	ТУ 4212-002-59541470-2009
14	Скоба	АГСТ.100.000.08
15	Винт	М4×8 ГОСТ28963, 2 шт.
16	Шайба	4.А2 DIN 7980
17	Заглушка	М20×1,5-АОС.217.901-02 с уплотнительным кольцом АОС.217.902 АОС.217.000 ТУ
18	Табличка	АГСТ.300.000.02

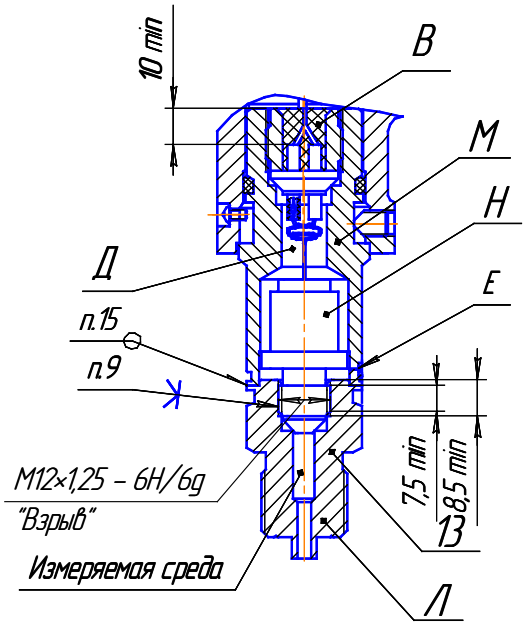


Рис. Д.3 – Для исполнения датчиков абсолютного давления с верхним пределом измерения более 600 кПа. Остальное см. рис. Д.1

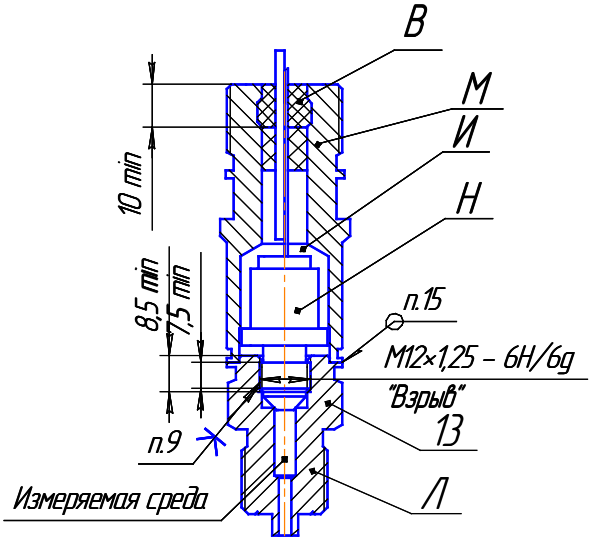


Рис. Д.4 – Для исполнения датчиков избыточного давления с верхним пределом измерения более 600 кПа. Остальное см. рис. Д.1

1 Материал корпуса поз.1 и материал крышек поз.3 и поз.4 - алюминиевый сплав Alloy ADC-12 JIS H 5302-2000 (АК-12пч ГОСТ 1583). Защита от коррозии взрывозащитных поверхностей - покрытие порошковое, глянцевое - RAL 7035, толщина покрытия - 0,1...0,2 мм.

2 Свободный объем взрывонепроницаемой оболочки в полости Б - 200 $см^3$

3 Толщина стенок корпуса в наиболее тонких местах, глухих отверстиях - не менее 3 мм.

4. Гидравлические испытания: предписанное испытательное давление равное 1,5-кратному давлению взрыва - 1,3 МПа в течении времени необходимого для осмотра, но не менее 10 секунд. Прочность взрывонепроницаемой оболочки датчиков подтверждается однократными испытаниями опытных образцов давлением, равным четырехкратному давления взрыва.

5 На поверхностях, обозначенных "Взрыв" не допускаются забоины, трещины и другие дефекты.

6 В резьбовых соединениях должно быть не менее 5 полных, неповрежденных, непрерывных ниток резьбы в зацеплении.

7 Резьбовые взрывонепроницаемые соединения контрятся:

- крышки по3. и поз.4 с корпусом поз.1 - чашкой поз.14 (2шт.), винтом поз.15 (2шт.);

- корпус поз.1 с преобразователем давления поз. 13 - винтом поз.9.

8 Зазор "А" между диском поз.5 и крышкой поз.4 и полость В преобразователя давления поз. 13 заполнены компаундом Виксинт К-68 ТУ38.103508-81, работоспособен в интервале температур от минус 70 до 250°С).

9 На резьбовую поверхность нанесен герметик анаэробный УНИГЕРМ-9 ТУ 2257 - 516 - 00208947 - 2009. Работоспособен от минус 60 до 150 °С.

10 Полость Г преобразователя давления поз. 13 заполнена полиметилсилоксановой жидкостью ПМС-6 ГОСТ13032-77

11 Полость Д (рис. Д.3) преобразователя давления поз. 13 ваакумирована после установки гермоввода через отверстие Е и заварено электронно-лучевоц сваркой. Объём полости Д составляет 6 см .

12 Полость И (рис. Д.4) преобразователя давления поз. 13 заполнена воздухом при атмосферном давлении. Объём полости И составляет 6 см .

13 Материал колец поз. 10, 11, 12 - резина группы 3 по ГОСТ 18829.

14 Ех маркировка датчика нанесена на табличке поз. 2. Наименование предприятия - изготовителя, заводской номер, обозначение датчика и другая дополнительная информация нанесена на табличке поз. 18.

15. Сварка аргонодуговая оплавлением кромок по ГОСТ 14771-76.

16 Зажим заземления поз. 7 выполнен из нержавеющей стали.

17 Материалы деталей преобразователя давления поз. 13: мембрана И (рис. Д.1) - сплав 36НХТЮ ГОСТ 10994, корпус и мембрана тензопреобразователя Н (рис. Д.3, Д.4) - титан ВТ9 ГОСТ 19807, детали К, Л, М - сталь 12Х18Н10Т ГОСТ5632, уплотнительное кольцо Р - резина группы 3 по ГОСТ 18829.

Приложение Е

(обязательное)

Описание протокола обмена датчиков с интерфейсом RS-485

на базе протокола MODBUS RTU

Е.1 Описание протокола ModBus RTU

Е.1.1 Протокол ModBus RTU (далее ModBus) определяет структуру сообщений, которая используется и распознается устройствами, подключенными к каналу передачи данных (магистрали или линии связи).

Е.1.2 ModBus описывает способ запроса устройством доступа к другим устройствам, способ ответа на запросы, методы определения ошибок и реакции на ошибки.

Е.1.3 ModBus устанавливает, как устройства распознают предназначенные для них сообщения, определяют предписанные им действия, выделяют данные или информацию из сообщений, а также как устройства формируют формат ответного сообщения.

Е.1.4 ModBus предполагает одно активное (запрашивающее) устройство в линии (мастер — Master), которое может опрашивать множество пассивных подчиненных устройств (Slave), обращаясь к ним по уникальному в линии адресу.

Е.1.5 Синтаксис команд ModBus позволяет адресовать 247 устройств, подключенных к линии. Ограничение адресного пространства (247 вместо 255) принято для возможности реализации дополнительных функциональных возможностей (поиск устройств, поиск новых устройств и т.п).

Е.2 Физические характеристики канала передачи данных

Е.2.1 Способ передачи данных - асинхронный полудуплекс.

Е.2.2 Скорость передачи выбирается из ряда значений 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит в секунду.

Е.2.3 Формат посылки (кадра) фиксирован (см. раздел 4).

Е.2.4 Максимальное количество устройств в одной линии без повторителей — 32.

Е.2.5 Максимальное расстояние передачи без повторителей

не более 1200 м.

Е.2.6 По умолчанию скорость передачи установлена в значении 9600 бит/сек, адрес — 0x01, если иные значения не заданы в заказе.

Е.3 Обмен сообщениями в линии связи (режимы MASTER и SLAVE)

Е.3.1 ModBus подразумевает наличие в линии только одного ведущего устройства (MASTER) и множества (возможно также только одно) подчиненных или ведомых устройств (SLAVE).

Е.3.2 Командно-информационный обмен сообщениями в линии связи реализуется по методу ведущий-ведомый (MASTER-SLAVE) в пакетном режиме по принципу «команда-ответ», при котором только MASTER может начать обмен (выдать запрос). Подчиненные устройства (SLAVE) по запросу ведущего принимают данные, передают запрашиваемые данные или выполняют указанные ведущим действия.

Е.3.3 MASTER может обращаться к конкретно адресуемому устройству. Инициатива проведения обмена всегда исходит от MASTER. Ведомые устройства всегда «слушают» линию связи. MASTER подаёт запрос (посылка, последовательность байт) в линию и переходит в состояние прослушивания линии связи. Ведомое устройство отвечает на запрос, пришедший в его адрес.

Е.3.4 Окончание ответной посылки MASTER определяет по временному интервалу между окончанием приема предыдущего байта и началом приема следующего. Если этот интервал превысил время, необходимое для приема 1,5 байт на заданной скорости передачи, прием кадра ответа считается завершенным.

Е.3.5 MASTER может передавать следующее сообщение (другому узлу или тому же) сразу по получению ответа на предыдущее (либо окончанию времени ожидания).

Е.3.6 При невозможности выполнить предписанные действия SLAVE формирует сообщение об ошибке и отсылает его как ответное сообщение.

Е.3.7 Мастер может обращаться ко всем устройствам в линии по адресу 0 (общесетевой адрес). Ведомые устройства на команды с общесетевым адресом не отвечают.

Е.3.8 Информация передается 8-битными символами и используется весь диапазон допустимых значений (0–255).

Е.4 Формат кадра

Е.4.1 Кадры запроса и ответа по протоколу ModBus имеют фиксированный формат и содержат следующие поля, приведенные в таблице К.1.

Таблица Е.1 – Формат кадра

Поле кадра	**Длина в байтах**
адрес подчиненного устройства	1
номер функции	1
данные	N < 254
контрольная сумма	2

Примечание:

– адрес подчиненного устройства — первое однобайтное поле кадра. Оно содержит адрес подчиненного устройства, к которому адресован запрос. Подчиненные устройства отвечают только на запросы, поступившие в их адрес. Ответ также начинается с адреса отвечающего устройства. Может изменяться от 1 до 247;

– номер функции — второе однобайтное поле кадра. Оно говорит подчиненному устройству, какие данные или выполнения какого действий требует от него ведущее устройство. Описание поддерживаемых функций приводится в разделе 6;

– данные — поле содержит информацию, необходимую подчиненному устройству для выполнения заданной мастером функции или (в ответе) информацию о выполнении указанных действий. Длина и формат поля зависит от номера функции;

– контрольная сумма — заключительное двухбайтное поле кадра, содержащее циклическую контрольную сумму CRC-16 всех предыдущих полей

кадра. Контрольная сумма завершает как кадр запроса, так и ответа и используется принимающей стороной для контроля принятой информации на предмет обнаружения ошибок передачи. CRC добавляется к сообщению последним полем младшим байтом вперед.

Е.4.2 Формат каждого байта указан в таблице Е.2.

Таблица Е.2

Характеристика	**Значение**
Система кодирования	8-битовая двоичная, шестнадцатеричная
Стартовые биты	1 старт бит
Число бит на символ	8 бит данных, младшим значащим разрядом вперед
Четность	1 бит четности или без бита четности, в зависимости от требований
Стоповые биты	1 или 2 стоповых бита, в зависимости от требований

Сообщение начинается с интервала тишины равного времени передачи 3,5 символов при данной скорости передачи в сети. Первым полем передается адрес устройства.

Вслед за последним передаваемым символом также следует интервал тишины продолжительностью не менее 3,5 символов. Новое сообщение может начинаться после этого интервала. Кадр сообщения передается непрерывно.

Если интервал тишины продолжительностью 1,5 символа возник во время передачи кадра, принимающее устройство заканчивает прием сообщения и следующий байт будет воспринят как начало следующего сообщения.

Е.5 Расчет контрольной суммы и возможные ошибки

Е.5.1 Во время обмена данными могут возникать ошибки двух типов:

– коммуникационные ошибки, связанные с искажениями при передаче (транспортировке) данных;

– ошибки функционирования.

Е.5.2 Коммуникационные ошибки обнаруживаются при помощи контроля четности и циклической контрольной суммы CRC-16. При обнаружении любой из этих ошибок сообщение считается недостоверным и в случае приема его SLAVE, ответ не выдается. В этом случае MASTER, не получив за

установленное время ответ, считает сообщение не переданным и может организовать повторную передачу, либо предпринять другие действия.

Е.5.3 Контрольная сумма рассчитывается стандартным для Modbus способом. Результат вычисления передается в линию связи, начиная с младшего байта.

Е.5.4 Контрольная сумма может быть рассчитана математически либо табличным способом.

Е.6 Пример вычисления CRC-16 для сообщения:

Е.6.1 Заполнить значение 16-разрядного регистра «1».

Е.6.2 Произвести операцию «исключающее ИЛИ» первых 8 бит (первого байта) со старшими разрядами (старшим байтом) 16-разрядного регистра. Результат поместить в 16-разрядный регистр.

Е.6.3 Сдвинуть 16-разрядный регистр на один бит вправо.

Е.6.4.1 Если выдвинутый бит = «1», то произвести операцию «исключающее ИЛИ» 16-разрядного регистра с полиномом 1010 0000 0000 0001. Результат поместить в 16-разрядный регистр.

Е.6.4.2 Если выдвинутый бит = «0», то переход к пункту 6.3.

Е.6.5 Повторить пункты 6.3–6.4 восемь раз (сдвинуть весь байт).

Е.6.6 Произвести операцию «исключающее ИЛИ» следующих 8 бит (следующий байт) со старшими разрядами (старшим байтом) 16-разрядного регистра. Результат поместить в 16-разрядный регистр.

Е.6.7 Повторить пункты 6.3–6.6, пока не обработаются все сообщения.

Е.6.8 Содержимое 16-разрядного регистра — искомое значение CRC-16.

Фрагмент программы расчета контрольной суммы

```
//*mas - указатель на массив информации
// dl - длина массива
unsigned short int RunCRC (unsigned char *mas, int dl)
{
  unsigned char *ab, rabb;
  int i, j;
  unsigned short int Rc;
  void *av;

  av = &Rc;
```

```
  ab = av;
  Rc = 0xFFFF;

  for(i=0; i< dl; i++)
  {
    rabb = mas[i];
    ab[0] = ab[0] ^ rabb;
    for(j=0; j< 8; j++)
    {
      if (Rc & 0x0001)
      {
        Rc = Rc>>1;
        Rc = Rc ^ 0xA001;
      } else {
        Rc=Rc>>1;
      }
    }
  }
  return(Rc);
}
unsigned int AnswerModbusSlave(char cCmd[], int Len)
{
  unsigned int h,l;
  h = RunCRC(cCmd,Len);
  l = h & 0xff;
  h = h >> 8;
  h = h & 0xff;
  cCmd[Len] = l;
  cCmd[Len+1] = h;
  return(l+256*h);
}
```

Фрагмент программы расчета контрольной суммы (табличный способ)

```
#define CrcError 1
#define FunctionNotSupport 2
/* CRC16 Table High byte */
static unsigned char CRC16Hi[] = {
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
```

```
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
  0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40
};
/* CRC16 Table Low byte */
static char CRC16Lo[] = {
  0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2,
  0xC6, 0x06, 0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4, 0x04,
  0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD, 0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E,
  0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09, 0x08, 0xC8,
  0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A,
  0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD, 0x1D, 0x1C, 0xDC,
  0x14, 0xD4, 0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6,
  0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3, 0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10,
  0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32,
  0x36, 0xF6, 0xF7, 0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4,
  0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE,
  0xFA, 0x3A, 0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38,
  0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA,
  0xEE, 0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C,
  0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
  0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0,
  0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2, 0x62,
  0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4,
  0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F, 0x6E, 0xAE,
  0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68,
  0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB, 0x7B, 0x7A, 0xBA,
  0xBE, 0x7E, 0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C,
  0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5, 0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76,
  0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0,
  0x50, 0x90, 0x91, 0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92,
  0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54,
  0x9C, 0x5C, 0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E,
  0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99, 0x59, 0x58, 0x98,
  0x88, 0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A,
  0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,
  0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86,
```

```
  0x82, 0x42, 0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80, 0x40
};

unsigned GetCRC16(unsigned char *puchMsg, int DataLen)
{
  unsigned Index ; /* will index into CRC16 lookup table */
  CRCHi = 0xFF ; /* high byte of CRC16 initialized */
  CRCLo = 0xFF ; /* low byte of CRC16 initialized */
  while (DataLen--)
  {
    Index = CRCHi ^ *puchMsg++ ; /* calculate the CRC16 */
    CRCHi = CRCLo ^ CRC16Hi[Index] ;
    CRCLo = CRC16Lo[Index] ;
  }
  return ((unsigned)CRCLo << 8 | CRCHi) ;
}
unsigned int AnswerModbusSlavet(char cCmd[], int Len)
{
  unsigned int h,l;
  h = GetCRC16(cCmd,Len);
  l = h&0xff;
  h = h >> 8;
  h = h & 0xff;
  cCmd[Len] = l;
  cCmd[Len+1] = h;
  return (l+256*h) ;
}
```

Пример запроса с контрольной суммой

Чтение 1 параметра (2 байта) с адреса 0x0000

Имя поля	(**Hex**)
Адрес подчиненного	01
Функция	03
Начальный адрес ст.	00
Начальный адрес мл.	00
Кол-во регистров ст.	00
Кол-во регистров мл.	01
Контрольная сумма мл.	84
Контрольная сумма ст.	0A

Пример ответа:

Имя поля	(**Hex**)
Адрес подчиненного	01
Функция	03
Количество байт в ответе	02
Ответ 1 байт	00
Ответ 2 байт	01
Контрольная сумма мл.	79
Контрольная сумма ст.	84

Е.7 Сообщения об ошибках

Е.7.1 Для сообщений об ошибках функционирования Modbus предусматривает, что устройства могут отсылать ответы, свидетельствующие об ошибочной ситуации. Признаком того, что ответ содержит сообщение об ошибке, является установленный в 1 старший бит кода функции (команды).

Таблица Е.3 – Пример сообщения об ошибке для команды 0x03.

Адрес	**Код функции**	**Код ошибки**	**CRC-16**
01	83	02	C0 F1

Таблица Е.4 – Коды ошибок

Код ошибки	**Название**	**Комментарий**
01	Недействительная функция	Недопустимый номер функции в SLAVE
02	Недействительный адрес данных	Запрошенный адрес некорректный
03	Недействительное значение данных	Указанное значение данных не поддерживается в SLAVE

Е.8 Команды протокола ModBus

Е.8.1 Программное обеспечение преобразователя давления поддерживает три команды из стандартного подмножества команд протокола Modbus.

В примерах для каждой команды первая таблица показывает состав запроса, вторая — правильного ответа. Значения должны быть описаны в шестнадцатеричной системе.

Однобитные значения заполняют байты ответа с младших битов, начиная со значения первого запрошенного адреса. Оставшиеся биты заполнены нулями. 16-разрядные значения должны быть посланы старшим байтом вперед. Циклическая контрольная сумма CRC-16 передается младшим байтом вперед.

Е.8.2 Чтение состояния регистров хранения (16-разрядных целочисленных переменных)— функция 03h.

Таблица К.5 – Запрос, посылка устройства MASTER

Адрес	**Код функции**	**Номер первого регистра**		**Число регистров для чтения (N)**		**CRC-16**	
01	03	старший байт	младший байт	старший байт	младший байт	младший байт	старший байт

Таблица Е.6 – Ответ, посылка устройства SLAVE

Адрес	**Код функции**	**Число байт в ответе**	**Данные (N×2 байт)**					**CRC-16**	
			Значение 1-го регистра		***	Значение N-го регистра			
01	03	N×2	старший байт	младший байт		старший байт	младший байт	младший байт	старший байт

Е.8.3 Чтение статуса устройства — функция 07h.

Таблица Е.7 – Запрос, посылка устройства MASTER

Адрес	**Код функции**	**CRC-16**	
01	07	младший байт	старший байт

Таблица Е.8 – Ответ, посылка устройства SLAVE

Адрес	**Код функции**	**Байт статуса**	**CRC-16**	
01	07	X	младший байт	старший байт

Е.8.4 Изменение состояния регистров хранения (16-разрядных целочисленных переменных) — функция 10h.

Таблица Е.9 – Запрос, посылка устройства MASTER

Адрес	**Код функции**	**Номер первого регистра**		**Число регистров для чтения (N)**		**Кол-во записываемых байт (N×2)**
01	10	старший байт	младший байт	старший байт	младший байт	

Записываемые данные (N×2 байт)					**CRC-16**	
Значение 1-го регистра		***	Значение N-го регистра			
старший байт	младший байт		старший байт	младший байт	младший байт	старший байт

Таблица Е.10 – Ответ, посылка устройства SLAVE

Адрес	**Код функции**	**Номер первого регистра**		**Кол-во записанных регистров (N)**		**CRC-16**	
01	10	старший байт	младший байт	старший байт	младший байт	младший байт	старший байт

Е.8.5 Формат передачи данных

Bool — логическая переменная, (1 двоичный разряд). Передаётся в любом бите регистра.

Byte — число в диапазоне от 0 до 255 (8 двоичных разрядов).

Char — символ в кодировке ASCII (8 двоичных разрядов). Передаются в младшем байте регистра.

Word — в диапазоне от 0 до 65 535 (16 двоичных разрядов).

Int — знаковое целое число в диапазоне от −32 768 до 32 767 (16 двоичных разрядов).

Старший — 16-й разряд определяет знак числа (0 — положительное, 1 — отрицательное). Старший байт передаётся в старшем байте регистра, младший в младшем байте (по стандарту Modbus).

Float — число с плавающей точкой в диапазоне от 1,5×10−45 до 3,4×1038 (32 двоичных разряда). Соответствует международному стандарту IEEE-754 Floating-Point Conversion.

Байты переменной передаются от старшего к младшему, т.е. первый передаваемый байт содержит показатель степени числа, следующий — старший байт мантиссы, затем, соответственно – средний и младший байты мантиссы.

Пример: Ответ подчинённого устройства с адресом 01 на команду чтения переменной типа float (имеющей десятичное значение равное минус 15,94 или C17F0A3D (float)) находящейся в регистре 0x07.

Имя поля	**Значение**
Адрес подчинённого	0x01
Функция	0x03
Счётчик байт	0x04
Данные (регистр 0x07) ст. байт	0xC1
Данные (регистр 0x07) мл. байт	0x7F
Данные (регистр 0x08) ст. байт	0x0A
Данные (регистр 0x08) мл. байт	0x3D
Контрольная сумма мл. байт	0x31
Контрольная сумма ст. байт	0x66

9 Описание команд

Е.9.1 Описание регистров преобразователя.

Е.9.1.1 Описание регистров, доступных по чтению и записи, сохраняемых в энергонезависимой памяти, приведено в таблице Е.11.

Таблица Е.11 – Регистры, доступные по чтению и записи, сохраняемые в энергонезависимой памяти

Адрес регистра	**Адрес байта**	**Описание и допустимое значение байта**
0000h	Старший байт	Частота преобразования АЦП 0 – 8 Гц 1 – 16 Гц 2 – 32 Гц
	Младший байт	Адрес устройства в интерфейсе связи (01h*…F0h)
0001h	Старший байт	Номер внутреннего диапазона (для многодиапазонных)
	Младший байт	Размерность выходной величины – 0 — % от верхнего предела измерений – 1 — Па – 2* — кПа – 3 — МПа – 4 — кгс/см2 – 5 — кгс/м2
0002h	Старший байт	Постоянная демпфирования, сек. 0* - 0 1 - 0,2 2 - 0,4 3 - 0,8 4 - 1,6 5 - 3,2 6 - 6,4 7 - 12,8 8 - 26,6
	Младший байт	Не используется
0003h	Старший байт	Скорость обмена по линии связи, бит в сек: 0 — 1200 1 — 2400 2 — 4800 3* — 9600 4 — 19200 5 — 38400 6 — 57600 7 — 115200
	Младший байт	Паритет 0* — четность 1 — нечетность 2 — отсутствие паритета, 2 стоповых бита 3 — отсутствие паритета, 1 стоповый бит
0037h 0038h		Постоянная демпфирования в секундах 0*-26,6 с (число с плавающей запятой)

***** Значения, по умолчанию. Устанавливаются при восстановлении.

Е.9.1.2 Описание регистров ОЗУ, доступных по чтению и записи, приведено в таблице Е.12.

Таблица Е.12 – Регистры, доступные по чтению и записи, сохраняемые в энергонезависимой памяти

Адрес регистра	**Адрес байта**	**Описание и допустимое значение байта**
0010h 001Bh		Резерв
001Ch 001Dh		Величина коррекции параметра (число с плавающей запятой)
001Eh		PINCOD регистр разблокировки разрешения изменения параметров датчика через MODBUS
001Fh	Старший байт	001 — установка нижнего значения равным нулю; 003 — коррекция нижнего значения, в % о ВПИ, на величину, ранее записанную по адресу 001Ch…001Dh; 004 — установка верхнего значения, соответствующего 100 % ВПИ; 008 — запуск измерений; 00Ch — коррекция верхнего значения, в % о ВПИ, на величину, ранее записанную по адресу 001Ch…001Dh 010h — возвращение заводских настроек
	Младший байт	Повторная инициализация датчика. Запись байта 005Ah приведёт к сбросу микроконтроллера, после чего значение будет обнулено. Команда используется после измерения регистров, расположенных по адресам 000h…00Fh, для того, чтобы записанная информация обрабатывалась микроконтроллером (без выключения питания)

Е.9.1.3 Описание регистров ОЗУ, доступных по чтению, приведено в таблице Е.13.

Таблица Е.13 – Регистры ОЗУ, доступные по чтению

Адрес регистра	**Адрес байта**	**Описание и допустимое значение байта**
0004h 0005h	Со старшего байта	ВПИ пользователя, в установленных единицах измерения (число с плавающей запятой)
0006h 0007h	Со старшего байта	НПИ пользователя, в установленных единицах измерения (число с плавающей запятой)
0020h	Старший байт	Код устройства. Значение 11h
	Младший байт	Заводской номер устройства, старший байт (Hi)
0021h	Старший байт	Заводской номер устройства, средний байт (Mid)
	Младший байт	Заводской номер устройства, младший байт (Lo) N = 65536×Hi+256×Mid+Lo
0022h	Старший байт	Версия ПО, код ASCII, первый символ
	Младший байт	Версия ПО, код ASCII, второй символ
0023h	Старший байт	Версия ПО, код ASCII, третий символ
	Младший байт	Версия ПО, код ASCII, четвёртый символ
0024h 0025h	Со старшего байта	Верхний предел измерения, Па (число с плавающей запятой)

Продолжение таблицы Е.13

Адрес регистра	Адрес байта	Описание и допустимое значение байта
0026h	Старший байт	Регистр статуса. – бит 0 — датчик работает нормально – бит 1 — перегрузка по давлению (более 120 % ВПИ) – бит 2 — выход за пределы по каналу 1 (Up) – бит 3 — выход за пределы по каналу 2 (Ut) – бит 4 — выход давления за пределы -12,5% – бит 5 — выход давления за пределы 112,5% – бит 6 — АЦП неисправен Этот регистр также можно прочитать командой 07h
	Младший байт	Резерв
0027h 0028h	Со старшего байта	Значение выходного сигнала в установленных единицах (число с плавающей запятой)
0029h 002Ah	Со старшего байта	Значение температуры измеряемой среды в C^o (число с плавающей запятой)
002Bh 002Ch	Со старшего байта	Значение температуры корпуса в C^o (число с плавающей запятой)

Е.9.2 Формат версии ПО

Версия 4.00 0x34 0x2E 0x30 0x30

Е.9.2.1 Преобразование числа формата IEEE754 в десятичный вид осуществляется следующим образом:

1) Сохранение старшего бита 1 байта (знака числа);

2) Сдвиг 1-го и 2-го байтов на 1 позицию влево для получения в 1-м байте показателя степени;

3) Сдвиг 2-го байта вправо на 1 бит с установкой старшего бита;

4) Преобразование 2–4 байтов в целое

Байт 2 × 65536 + Байт 3 × 256 + Байт 4;

5) Умножение полученной величины на 2 в степени (байт 1–150) и восстановление знака числа.

Пример:

00000000h = 0

3F800000h = 1

C1CCCCCD = −25,6

Е.9.3 Ограничения информационного обмена

Е.9.3.1 Преобразователи обеспечивают паузу перед началом ответа не менее 3,5 байт для скоростей обмена 1200–19200 бит/с или 1,75 мс для скоростей 38400–115200 бит/с.

Е.9.3.2 Максимальное количество регистров для одной операции чтения — 75 (150 байт); записи — 4 (8 байт).