

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
СТЭНЛИ**

ОКП 421281

**ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ
(ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ)
МАЛОГАБАРИТНЫЕ
КОРУНД**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
КТЖЛ. 406233.001 РЭ**

2009 г

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Введение	3
2. Назначение	3
3. Технические данные	3
4. Состав изделия	5
5. Устройство и работа	7
6. Обеспечение искробезопасности датчиков	9
7. Особые условия применения.....	9
8. Маркировка и пломбирование	9
9. Упаковка	9
10. Общие эксплуатационные ограничения и меры безопасности	9
11. Установка датчиков	10
12. Обеспечение безопасности при эксплуатации датчиков	11
13. Подготовка к работе	12
14. Измерение параметров, регулирование, настройка	12
15. Поверка датчиков	13
16. Техническое обслуживание	16
17. Возможные неисправности и методы их устранения.....	18
18. Транспортирование и хранение	19
19. Утилизация	19
ПРИЛОЖЕНИЕ А	
Схема составления условного обозначения датчика.	20
Варианты подключения источника давления.....	21
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	
Наименование, модель и основные параметры датчиков	22
ПРИЛОЖЕНИЕ В	
Схемы внешних электрических соединений.....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	
Габаритные и присоединительные размеры датчиков КОРУНД.....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	
Схемы подключения датчиков при определении основной погрешности и вариации.....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	
Перечень оборудования и контрольно-измерительных приборов, необходимых для поверки датчиков.....	30

1. ВВЕДЕНИЕ

Руководство по эксплуатации содержит технические данные, описание принципа действия и устройства, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации измерительных преобразователей давления малогабаритных КОРУНД (далее по тексту - датчиков).

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Датчики КОРУНД предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и обеспечивают непрерывное преобразование избыточного давления (КОРУНД-ДИ-001, ДДИ), абсолютного давления (КОРУНД-ДА-001, ДДА), разрежения (КОРУНД-ДР-001, ДДР), давления–разрежения (КОРУНД-ДИВ-001, ДДИВ), гидростатического давления (КОРУНД – ДИГ) и разности давлений (КОРУНД-ДД-Н, КОРУНД-ДД) жидких и газообразных сред, неагрессивных к материалам контактирующих изделий (нержавеющие сплавы типа ВТ9, 12Х18Н10Т и 42НХТЮ), в унифицированный токовый выходной сигнал.

Датчики КОРУНД-ДИГ, КОРУНД-ДИ-001, КОРУНД-ДД-Н, КОРУНД-ДД и КОРУНД-ДДИ могут использоваться для измерения уровня жидкости в открытых или закрытых резервуарах, а КОРУНД-ДД-Н и КОРУНД-ДД - для измерения расхода жидкости или газа на сужающем устройстве. Применение датчиков КОРУНД-ДД-Н и КОРУНД-ДД в комплексе с блоком питания и извлечения корня БИКОР-01 или БРИС-М позволяет получать линейную зависимость сигнала от расхода.

Датчики КОРУНД-Дхх-001М выполнены с использованием цифровой коррекции влияния внешних воздействий и отличаются повышенными метрологическими характеристиками в рабочем диапазоне температур.

Датчики КОРУНД-ДИ-001Э выполнены на керамических чувствительных элементах и отличаются более низкой стоимостью при сохранении основных метрологических характеристик.

2.2. Датчики предназначены для работы с вторичными контрольно-измерительными, показывающими, регистрирующими, и регулирующими приборами, а также контроллерами и другими устройствами автоматики, работающими с входными сигналами 0-5мА, 4-20мА, 0-20 мА , 0-5В, 0-10В постоянного тока.

2.3. Температура контролируемой среды в рабочей полости датчика может находиться в пределах от - 40°С до +125°С.

2.4. По степени защищенности от воздействий пыли и воды датчики имеют исполнения IP65 или IP68 по ГОСТ 14254-80. Датчики КОРУНД-Дхх-001 обладают повышенной коррозионной стойкостью – корпус и штуцер выполнен из стали 12Х18Н10Т.

2.5. По устойчивости к климатическим воздействиям датчики соответствуют:

- исполнению У* категории размещения 1 согласно ГОСТ 15150-69, но для работы в диапазоне температур от 0 °С до +50 °С, или, по требованию Заказчика, от - 10°С до + 70°С .
- исполнению УХЛ** категории размещения 3.1 согласно ГОСТ 15150-69, но для работы в диапазоне температур окружающей среды от -40°С до +80°С (основной вариант исполнения), или, по требованию Заказчика, от -50°С до + 80°С.

2.6. Датчики, в зависимости от заказа, могут поставляться для работы во взрывоопасных и взрывобезопасных условиях.

2.7. Датчики с выходным сигналом 4-20 мА выполняются с видом взрывозащиты "Искробезопасная электрическая цепь" с уровнем взрывозащиты "особо взрывобезопасный" по ГОСТ Р 51330.0-99, ГОСТ Р 51330.10-99 и могут быть использованы для взрывобезопасных условий.

2.8. Датчик с выходным сигналом 4-20 мА может быть укомплектован индикатором ИДД, который устанавливается непосредственно на разъем датчика и включается в разрыв линии связи.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Наименование датчиков различных моделей, пределы измерений, допускаемые давления и погрешности указаны в приложении Б. Датчики разности давлений, избыточного, абсолютного давления и разрежения поставляются с нижним пределом измерения, равным нулю. Датчики давления-разрежения поставляются с симметричным или несимметричным расположением нуля давления внутри диапазона. По предварительному согласованному заказу, нижний предел измерений может быть смещен при сохранении верхнего предела измерений и (или) диапазона данного датчика.

3.2. Пределы допускаемой основной погрешности датчиков, выраженные в процентах от диапазона изменения выходного сигнала, равны $\pm 0,15$; $\pm 0,25$; $\pm 0,5$; $\pm 1,0$ % в зависимости от модели (см. приложение Б) и заказа.

3.3. Вариация выходного сигнала датчика не превышает 0,05%.

3.4. Зона нечувствительности датчика не превышает 0,1% от диапазона измерений.

3.5. Датчики имеют линейно возрастающую (или убывающую) характеристику выходного сигнала с предельными значениями выходных сигналов 0-5 мА, 4-20 мА, 0-20 мА, 0-5В, 0-10В постоянного тока (в соответствии с заказом).

3.6. Напряжение питания датчиков $U_{пит}=12...36В$. Для КОРУНД-Дх-001М $U_{п}=9...36В$. Для КОРУНД-ДДх $U_{п}=16...36В$ с нестабильностью до $\pm 2\%$, но не менее $U_{пит} = (12+20 \cdot R_n)$, В (для КОРУНД-Дх-001М - $U_{п}=(9+20 \cdot R_n)$, для КОРУНД-ДДх- $U_{п}=(16+20 \cdot R_n)$), - для датчиков с сигналом 4-20мА, где R_n -сопротивление нагрузки, кОм, включая сопротивление линии связи и барьера искробезопасности. Датчики в искробезопасном исполнении имеют напряжение питания 24 В.

3.7. Сопротивление нагрузки датчиков (с учетом линии связи и сопротивления барьера искробезопасности) должно быть:

- в пределах от 0 до 2000 Ом - для датчиков с выходным сигналом 0-5 мА;
- в пределах от 0 до 1000 Ом - для датчиков с выходным сигналом 4-20, 0-20 мА.

3.8. Датчики с выходным сигналом 4-20 мА могут иметь вид взрывозащиты "Искробезопасная электрическая цепь" с уровнем взрывозащиты "особо взрывобезопасный" или "взрывобезопасный" (маркировка по взрывозащите 1ExibIICT5 X или 0ExiaIICT5 X).

3.9. Схемы внешних электрических соединений датчиков приведены в приложении В: трехпроводная линия связи для датчиков с выходным сигналом 0-5мА, 0-20 мА, 0-5В, 0-10В и двухпроводная линия связи для датчиков с выходным сигналом 4-20 мА).

3.10. Мощность, потребляемая датчиками с выходным сигналом 0-20 ма, 4-20 мА, - не более 1 ВА, а с выходными сигналами 0-5мА, 0-5В, 0-10В - не более 0.54 ВА.

3.11. Датчики предназначены для работы при атмосферном давлении от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм.рт.ст.).

3.12. Датчики устойчивы к воздействию температуры окружающего воздуха в диапазоне рабочих температур от $-40^{\circ}C$ до $+80^{\circ}C$. Датчики выдерживают кратковременное (импульсное, скачкообразное с последующим спадом до рабочих условий) воздействие температуры контролируемой среды в пределах от $-60^{\circ}C$ до $+125^{\circ}C$. При этом погрешность датчика за пределами диапазона рабочих температур не нормируется.

3.13. По устойчивости к механическим воздействиям датчики соответствуют виброустойчивому исполнению N3 по ГОСТ Р 52931-2008. Дополнительная погрешность датчиков от воздействия вибрации не превышает $\pm 0.2\%$ от диапазона изменения выходного сигнала.

3.14. Дополнительная погрешность различных моделей датчика, вызванная изменением температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур, не должна превышать значений, указанных в таблице 1 (значения дополнительных погрешностей указаны на весь диапазон рабочих температур).

3.15. Датчики устойчивы к воздействию относительной влажности окружающего воздуха 95% при $+35^{\circ}C$ и более низких значениях температуры, без конденсации влаги.

3.16. Дополнительная погрешность датчика, вызванная воздействием внешнего переменного магнитного поля частотой 50 Гц и напряженностью 400 А/м или внешнего постоянного магнитного поля напряженностью 400 А/м, выраженная в процентах от диапазона изменения выходного сигнала, не превышает $\pm 0,2\%$.

Таблица 1

Основная погрешность, % Диапазон рабочих температур, $^{\circ}C$	0.15	0.25	0.5	1.0
0... +50	$\pm 0.17^*$	± 0.6 $\pm 0.2^*$	± 0.75 $\pm 0.3^*$	± 0.85 $\pm 0.5^*$
-10... +80	$\pm 0.4^*$	$\pm 0.5^*$	± 1.0 $\pm 0.6^*$	± 1.2 $\pm 0.8^*$
-40... +80	$\pm 0.6^*$	$\pm 1.0^*$	± 1.6 $\pm 1.3^*$	± 2.0 $\pm 1.5^*$

* - датчики выполняются как КОРУНД-Дхх-001М

По желанию Заказчика могут быть выполнены датчики класса 0.1 с рабочим диапазоном температуры окружающей среды $+10...+30^{\circ}C$. Дополнительная погрешность датчиков КОРУНД-Дхх-001М класса, вызванная изменением температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур,

выраженная в процентах от диапазона изменения выходного сигнала на весь диапазон температур, не должна превышать $\pm 0.07\%$.

3.17. Дополнительная погрешность от изменения напряжения питания при сопротивлении нагрузки по п. 3.7 не превышает 0.1% во всем диапазоне напряжения питания по п.3.6.

3.18. Дополнительная погрешность от изменения сопротивления нагрузки, указанного в п.3.7, не превышает 0.1%.

3.19. Сопротивление изоляции электрических цепей датчика относительно корпуса не менее:

- 20 МОм при температуре окружающего воздуха плюс $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности до 80%;
- 5 МОм при температуре окружающего воздуха плюс $(80 \pm 3)^\circ\text{C}$ и относительной влажности до 60%;
- 1 МОм при температуре окружающего воздуха плюс $(35 \pm 3)^\circ\text{C}$ и относительной влажности до 95%.

3.20. Время установления выходного сигнала датчика от 10 до 90% при реакции на скачок давления не превышает 60 мсек. Для датчиков с открытой мембраной – 10 мсек.

3.21. По уровню устойчивости к электромагнитным помехам датчики относятся к техническим средствам класса В по ГОСТ Р 51522-99, ГОСТ Р 51317.4.2-99.

3.22. Датчики избыточного, абсолютного давления и давления-разряжения выдерживают давление перегрузки, указанное в таблицах Б1 и Б2 приложения Б, - в зависимости от типа и модели датчика. Датчики разности давлений выдерживают перегрузку односторонним воздействием избыточного давления, указанного в таблице Б1,- в зависимости от модели датчика. После перегрузки, в зависимости от времени ее действия и условий работы датчика, может потребоваться подстройка нуля.

3.23. Норма средней наработки на отказ датчика - 88000 ч.

4. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

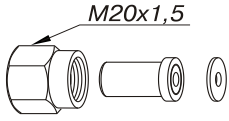
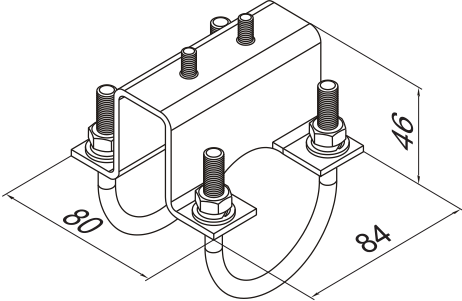
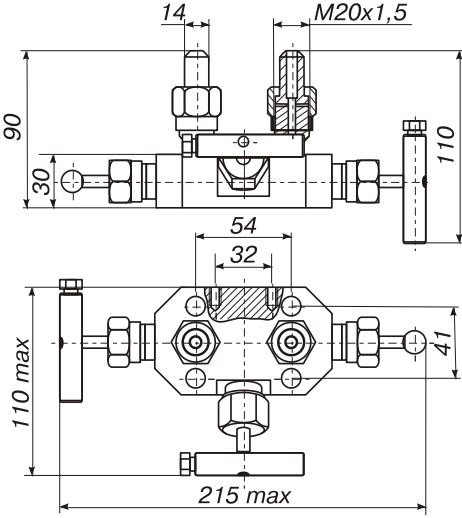
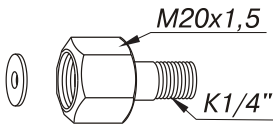
4.1. Комплект поставки датчика указан в таблице 2.

Таблица 2

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Согласно приложению А	Датчик давления КОРУНД...	1	Поставляется в соответствии с заказом.
КТЖЛ.406233.001. РЭ	(согласно приложению Б)	1	1 экз. на каждые 10 датчиков.
КТЖЛ.406233.001. РС	Руководство по эксплуатации	1	
КТЖЛ. 406233.001. КН	Паспорт	1	
.....	Корректор нуля		В соответствии с заказом
	Комплект монтажных частей		Поставляется в соответствии с табл. 3 и заказом

4.2. Комплект монтажных частей поставляется в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Модель датчика	Код Комплекта	Состав комплекта	
Все модели КОРУНД-Дхх-001.	ДИ01	Гайка M20x1,5; ниппель; прокладка.	
Корунд-ДД, ДДИ, ДДА, ДДР, ДДИВ мод.101...106.	ДД01	Скоба, кронштейн; крепежные детали.	
	ДД02	Вентильный блок, накладные гайки, прокладки, ниппели, крепежные детали.	
	ДД03	Вентильный блок, накладные гайки, прокладки, ниппели скоба, кронштейн, крепежные детали.	ДД02 + ДД01
	ДД04	Переходник K1/4 на M20x1,5	
	ДД05	Скоба, кронштейн, крепежные детали, переходники K1/4 на M20x1,5	ДД01+ ДД04

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА

5.1. Датчики КОРУНД имеют первичный измерительный преобразователь и электронный блок со следующими исполнениями, которые зависят от измеряемой величины, пределов измерений и условий эксплуатации.

5.1.1. Малогабаритный датчик КОРУНД-Дхх-001, моделей 117-124,129,144,145, 134-135 имеет штуцерный ввод давления и размещенные в едином корпусе чувствительный элемент (сенсор) и электронный блок. Датчик моделей 120Э, 121Э отличается использованием керамического сенсора. Датчики могут иметь электрическое соединение в виде коннектора (Рис.1а) или кабеля с сальниковым вводом (Рис.1б).

5.1.2. Погружной датчик давления КОРУНД-ДИГ-001 выполнен в герметичном корпусе из нержавеющей стали. Для электрического подключения этого датчика используется сальниковый ввод, обеспечивающий герметичность заделки кабеля. Соединительный кабель содержит капилляр для поддержания атмосферного давления внутри корпуса датчика.

5.1.3. Датчик разности давлений Корунд-ДД, ДДИ, ДДА, ДДР и ДДИВ моделей 101-106, 111- 116, 125-128, 131-133 имеет измерительный блок и электронный блок, жестко соединенный с горловиной мембранного блока.

5.1.4. Малогабаритный датчик разности давлений Корунд-ДДН, ДДИН моделей 107, 108 имеет измерительный блок с двумя штуцерами М20х1,5. С измерительным блоком жестко соединен электронный блок.

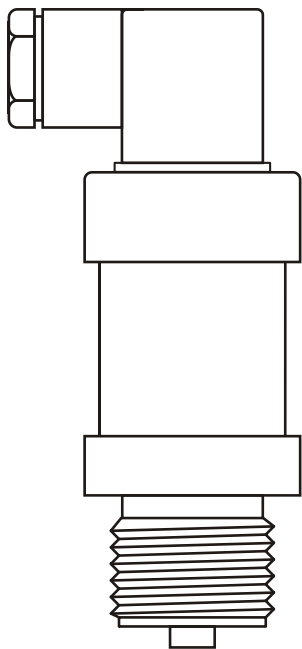


Рис. 1а. КОРУНД-(ДИ, ДИВ, ДР, ДА)-001
Модели 117-124, 129, 134-135, 144-146,
120Э-121Э

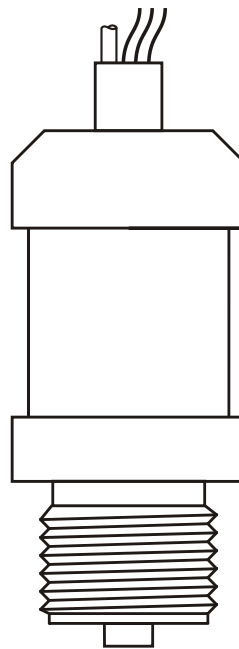


Рис. 1б. Малогабаритные датчики
КОРУНД-(ДИ, ДИВ, ДР, ДА)-001
Модели 117-124, 129, 134-135,
144-146,
120Э-121Э

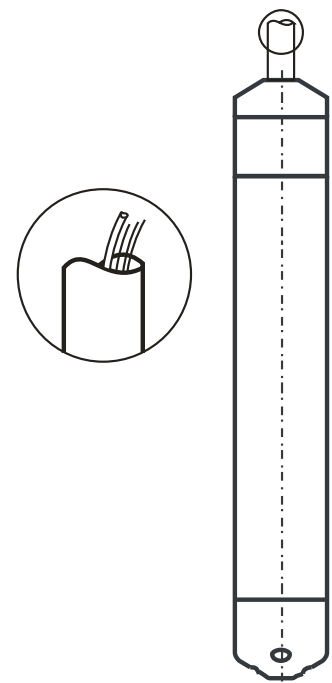


Рис. 1в. Малогабаритные
датчики
КОРУНД-ДИГ-001,
Модели 151-155

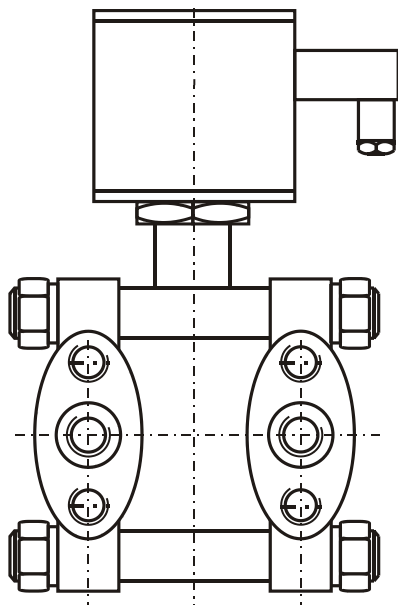


Рис.2

Датчики КОРУНД-ДД, ДДИ, ДДА, ДДР, ДДИВ
 Модели: 101-106, 111-116, 125-128, 131-133, 141-143

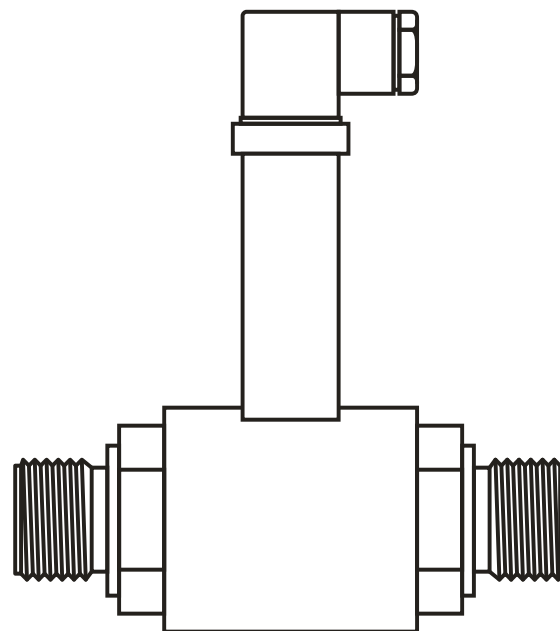


Рис.3. Малогабаритный датчик
 разности давлений КОРУНД-ДД-Н
 Модели: 107-108

5.2. Работа датчиков всех моделей основана на преобразовании измеряемого давления (разности давлений) в электрический сигнал с помощью чувствительного элемента, усилении этого сигнала в электронном блоке и преобразовании в форму, удобную для дистанционной передачи в виде унифицированного сигнала постоянного тока или напряжения.

5.2.1. Датчики абсолютного давления (Корунд-ДДА), избыточного давления и (или) разрежения (Корунд-ДДИ, ДДР, ДДИВ) имеют следующие отличия. Абсолютное давление измеряется как разность между давлением контролируемой среды и вакуумом. Избыточное же давление и (или) разрежение измеряются как разность давления среды и атмосферного давления (с учетом знака). Поэтому, в датчиках абсолютного давления полость, отмеченная знаком “минус” закрыта и вакууммирована, а в датчиках избыточного давления и (или) разрежения - связана с атмосферой.

В малогабаритных датчиках абсолютного давления КОРУНД-ДА-001 вакууммированная полость расположена непосредственно на чувствительном элементе внутри корпуса датчика.

Датчики разности давлений КОРУНД-ДД, КОРУНД=ДД-Н имеют два входа для подключения измеряемой разности давлений. Подключение давления осуществляется через фланцы с вентильным блоком (КОРУНД-ДД), либо через ниппели с гайками (КОРУНД-ЛЛ-Н).

5.3. В электронном блоке всех моделей датчиков имеются регуляторы “нуля” и “диапазона” датчика, доступ к которым обеспечивается после снятия крышки электронного блока.

Датчики КОРУНД-ДИ-001Э моделей 120Э и 121Э имеют неразборную конструкцию и не подлежат регулировке.

Электронный блок датчиков КОРУНД – Дхх -001М с микропроцессорной обработкой информации не имеет потенциометров регулировки нуля и диапазона, Вся настройка датчика осуществляется на предприятии – изготовителе путем записи в память микропроцессора параметров калибровки. Для подстройки нуля датчика с выходным сигналом 4-20 мА в процессе эксплуатации может использоваться корректор нуля, включаемый в разрыв линии связи, соединяющий датчик с источником питания и нагрузкой.

Для электрического подключения в датчиках используется коннектор, обеспечивающий соединение без пайки и герметичность.

6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСКРОБЕЗОПАСНОСТИ ДАТЧИКОВ

6.1. Искробезопасность электрических цепей датчика достигается за счет ограничения тока и напряжения в его электрических цепях до искробезопасных значений, а также за счет выполнения конструкции всего датчика в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51330.0-99, ГОСТ Р 51330.10-99 и применения двухпроводной схемы с сигналом 4-20мА.

6.2. Ограничение тока и напряжения в электрических цепях до искробезопасных значений обеспечивается подключением датчика к источнику питания через барьер искробезопасности, который может быть поставлен в комплекте с датчиком в виде отдельного устройства или в составе блока питания.

7. ОСОБЫЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

7.1. Знак **X**, стоящий после маркировки взрывозащиты, означает, что при эксплуатации датчиков давления необходимо соблюдать следующие особые условия:

7.1.1. Питание датчиков давления должно осуществляться через барьеры искрозащиты, имеющие сертификат соответствия Системы сертификации и разрешение на применение Ростехнадзора для взрывоопасной газовой смеси категории IIC, (например, КОРУНД-М11, КОРУНД-М4, КОРУНД-М741, КОРУНД-М5) или искробезопасные источники питания (например, БГД-24Ex).

7.1.2. Входные искробезопасные параметры датчиков давления с учетом параметров соединительного кабеля не должны превышать электрические параметры, указанные на барьере искрозащиты: $U_i = 24V$, $I_i = 30 mA$, $L_i = 0.02 мГн$, $C_i = 0.08 мкФ (ib)$.

Особые условия эксплуатации, обозначенные знаком X, должны быть отражены в сопроводительной документации, которая поставляется в комплекте с каждым датчиком давления.

8. МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

8.1. На табличке, прикрепленной к корпусу датчика, наносится следующее:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- знак Госстандарта России;
- краткое наименование датчика: КОРУНД-... с условным обозначением типа датчика (ДД, ДИ, и т.п.);
- порядковый номер датчика по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- пределы измерений с указанием единицы измерений;
- выходной сигнал;
- параметры питания;
- год выпуска.

8.2. Табличка изготовлена из несъемной клеевой пленки. Маркировка нанесена на табличку методом лазерной гравировки. Табличка обеспечивает сохранность маркировки в течение всего срока службы датчика и устойчива к воздействию температур (от -50°C до +120°C), воды, масел, растворителей и ультрафиолета, а также не может быть переклеена.

8.3. На потребительскую тару датчика наклеена этикетка, содержащая:

- товарный знак или наименование предприятия-изготовителя;
- условное обозначение датчика;
- год выпуска.

8.4. На отдельной табличке, прикрепленной к датчику, выполнена маркировка по взрывозащите по ГОСТ Р 51330.0-99, на датчиках, предназначенных для экспорта должны быть дополнительно указаны символ или сокращенное наименование испытательной организации и номер свидетельства о взрывозащите.

8.5. Электронное устройство датчика размещено внутри корпуса и может быть опломбировано на предприятии-изготовителе.

9. УПАКОВКА

9.1. Упаковка производится в соответствии с ГОСТ 23170-78Е и обеспечивает сохраняемость датчиков при хранении и транспортировке.

10. ОБЩИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ И МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

10.1. По степени защиты человека от поражения электрическим током датчики относятся к классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0 -75 и соответствуют требованиям безопасности по ГОСТ Р 52931-2008.

10.2. Замену, монтаж, присоединение и отсоединение датчиков производить при отсутствии давления в магистралях, в измерительных камерах (полостях) датчика и при отключенном питании.

10.3. Не допускается эксплуатация датчиков в системах, в которых рабочее давление может превышать предельные значения, указанные в таблице приложения Б. Следует избегать действия на датчик давления перегрузки, выходящего за пределы измерений.

10.4. Эксплуатация датчиков должна производиться в соответствии с требованиями главы 7.3. ПУЭ, главы 3.4. ПЭЭП ("Правила эксплуатации электроустановок потребителей". АТОМИЗДАТ, 1992г.) и других нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

Датчики должны обслуживаться персоналом, имеющим квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с ПЭЭП.

10.5. Не допускается применение датчиков для измерения давления сред, агрессивных по отношению к материалам датчиков, контактирующим с этими средами;

10.6. Датчики с сигналом 4-20 мА могут устанавливаться во взрывоопасных зонах помещений и наружных установках согласно главе 7.3. ПУЭ, главе 3.4. ПЭЭП и другим нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных условиях. Датчики с сигналом 0-20 мА, 0-5мА, 0-5В, 0-10В должны устанавливаться вне взрывоопасных зон.

10.7. Прежде чем приступить к монтажу датчиков необходимо:

- тщательно изучить настоящее руководство по эксплуатации;
- осмотреть датчики, проверить их целостность, маркировку, элементы крепления и соединения.

Датчики, имеющие деформации или иные видимые дефекты, эксплуатировать категорически запрещено.

10.8. Линия связи может быть выполнена любым типом кабеля с медными проводами сечением не менее 0,35 мм² согласно гл. 7.3. ПУЭ.

10.9. Подсоединение и заделка кабеля производится при отключенном питании.

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

10.11. Подключение датчика выполняется согласно схемам внешних соединений (см. приложение Г).

11. УСТАНОВКА ДАТЧИКОВ

11.1. Датчики могут монтироваться в любом положении, удобном для монтажа и обслуживания.

11.2. Датчики КОРУНД-ДИ-001 (см. рис. Г1) рекомендуется устанавливать в вертикальном положении штуцером вниз и допускается устанавливать в ином положении, удобном для использования, если этого требуют особые условия эксплуатации.

Дифференциальные датчики (см. рис. Г2-Г4) рекомендуется устанавливать присоединительными отверстиями вверх или вниз, в зависимости от контролируемой среды, условий отбора давления, промывки рабочих камер и дренажа конденсата. При этом ось блока электроники и ось мембран должны располагаться горизонтально. Такое размещение дифференциальных мембранно-рычажных датчиков минимизирует воздействие гидростатической составляющей и массы подвижных частей (штока, рычага, мембран) на начальный сигнал датчика. При особых условиях эксплуатации допускается иная ориентация дифференциальных датчиков, при которой присоединительные отверстия и ось мембран располагаются горизонтально а ось горловины мембранного блока и блока электроники- вертикально или с наклоном. В любом случае, следует учитывать, что ориентация датчиков, особенно, мембранно-рычажных, может вызвать смещение и необходимость подстройки начального («нулевого») сигнала на величину, зависящую от действующих сил, чувствительности датчика и его наклона.

11.3. Подсоединение датчиков к источникам давления должно выполняться с соблюдением следующих правил и условий:

11.3.1. К магистрали давления датчики присоединяются с помощью (см. приложение Г) штуцерных или ниппельных соединений, уплотняемых фторопластовой лентой (ФУМ) или герметиками, стойкими и нейтральными к контролируемой и окружающей среде в реальных условиях эксплуатации. Перед присоединением к датчикам, линии давления должны быть продуты для снижения возможного загрязнения камер мембранного блока датчика.

При уплотнении датчиков избыточного (абсолютного) давления герметизирующим материалом непосредственно по резьбовому соединению (например, лентой ФУМ) не допускается вкручивание в замкнутый объем, полностью заполненный жидкостью.

11.3.2. При подсоединении датчиков к источникам давления (рабочим магистралям), не допускается перегрузки датчика давлением, выходящим за пределы измерений (см. приложение Б). Для этого входы датчика должны подключаться к линии давления через вентили (трехходовые краны, вентильные блоки),

обеспечивающие отключение датчика от рабочей магистрали и выравнивание давлений в «плюсовой» и «минусовой» линиях, подводимых к датчику разности давлений. По заказу потребителя, датчик разности давлений поставляется с вентильным блоком (см. приложение Г), который монтируется непосредственно на фланцах мембранного блока и обеспечивает перекрытие и возможность защиты датчика от односторонней перегрузки статическим давлением. При случайной перегрузке датчика давлением, выходящим за пределы рабочего диапазона, необходимо снять перегрузку и выдержать датчик до стабилизации показаний и, при необходимости, подстроить «ноль».

11.3.3. Длина трубки, соединяющей датчик с местом отбора давления определяется условиями эксплуатации. Для снижения влияния температуры измеряемой среды на показания датчика длина трубки увеличивается. Следует иметь в виду, что увеличение длины трубки ведет к снижению динамических характеристик датчика.

11.3.4. Влияющие условия внешней и контролируемой среды должны иметь параметры в пределах, указанных в разделе 3.

11.3.5. Для эксплуатации датчиков в условиях с отрицательными значениями температуры, необходимо предусмотреть все возможные меры, исключающие накопление, замерзание, кристаллизацию конденсата, рабочих сред и ее компонентов в рабочих камерах и соединительных трубках.

11.3.6 Соединительные линии между местом отбора давления и датчиком должны иметь уклоны и, при необходимости, отстойные сосуды, газосборники и устройства продувки соединительных трубок. Уклон и комплектность дополнительных устройств выбираются в зависимости от контролируемой среды и других условий эксплуатации. Устройства отбора давления как правило должны иметь запорные органы (вентили, заглушки).

11.3.7. На линии соединения датчиков со средой, непосредственный контакт с которой недопустим или нежелателен (при несовместимости среды с материалами датчика и т.п.), следует устанавливать разделители (разделительные мембраны или сосуды), обеспечивающие совместимость контролируемой среды с материалами датчика.

11.3.8. Линии давления, вентили, сосуды и элементы их соединения между собой и с датчиками должны быть проверены на герметичность пробным давлением, не превышающим допустимых пределов измерений. Проверка должна осуществляться в соответствии с общими правилами безопасности. Проверить линию рекомендуется проверять рабочим давлением при перекрытых вентилях входов датчиков. Герметичность штуцерных и ниппельных соединений с датчиком проверяется допустимым (см. приложение Б) для датчика давлением рабочей среды в пределах рабочего диапазона измерений.

11.4. Подсоединение проводов линии связи к клеммам колодки или к кабельной части (розетке) разъема производится в соответствии со схемой электрических соединений (см. приложение В) с соблюдением правил раздела 12.

12. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДАТЧИКОВ

12.1. К эксплуатации датчиков должны допускаться лица, изучившие настоящую инструкцию и прошедшие необходимый инструктаж.

12.2. При эксплуатации датчиков необходимо выполнять все мероприятия в полном соответствии с разделами 6 и 9, гл. 3.4, ПЭЭП. Необходимо выполнять местные инструкции, действующие в данной отрасли промышленности, а также другие нормативные документы, определяющие эксплуатацию взрывозащищенного электрооборудования.

12.3. При эксплуатации датчики должны подвергаться систематическому внешнему и периодическому осмотрам в соответствии с указаниями раздела 15

12.4. При внешнем осмотре датчика необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- наличие и надежность крепления электронного устройства;
- отсутствие обрыва или повреждения изоляции соединительного кабеля;
- надежность присоединения кабеля;
- отсутствие вмятин и видимых механических повреждений, а также пыли и грязи на корпусе датчика.
- наличие маркировки взрывозащиты.

Эксплуатация датчиков с повреждением категорически запрещается!

12.5. При профилактическом осмотре должны быть выполнены все вышеуказанные работы внешнего осмотра. Периодичность профилактических осмотров датчиков устанавливается в соответствии с требованиями раздела 15.

При этом дополнительно должны быть выполнены следующие работы:

- чистка клемм и полостей электронного устройства датчика от пыли и грязи;
- проверка сопротивления изоляции электрических цепей датчика относительно корпуса мегаомметром с номинальным напряжением 500 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм при температуре окружающего воздуха $(+25\pm 5)$ °С и относительной влажности не более 80%;
- проверка и устранение нарушений в соединениях.

12.6. После профилактического осмотра производится подключение отсоединенных цепей и элементов, а сам датчик пломбируется.

Примечание!

Регулировка нуля выходного сигнала датчика на месте эксплуатации, требующая подключения блоков питания и контрольно-измерительных приборов, возможна только для датчиков, работающих во взрывобезопасных условиях.

13. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

13.1. Перед включением датчиков необходимо убедиться в соответствии их установки и подключения требованиям разделов 10-12.

13.2. Подключить по схеме приложения Д к выходной цепи датчика источник питания и прибор, позволяющий измерять выходной сигнал в пределах 0-5 мА, 4-20 мА, 0-20 мА, 0-5В, 0-10В с погрешностью не более 0,02% от верхнего предела изменения выходного сигнала. Для датчиков с токовым выходом сигнал измеряется на нагрузочном сопротивлении, выбранном в соответствии с требованиями п.3.7.

13.4. Задать начальное значение давления на входе датчика, включить электропитание и, не менее чем через 30 мин, установить корректором "нуля" требуемое значение выходного сигнала датчика при данном* значении измеряемого параметра. Настройка начального значения выходного сигнала производится после подачи и сброса давления, составляющего 50-100% от верхнего предела измерений.

*Примечания:

1) начальное значение давления на входе датчиков задается при сбросе давления магистрали, перекрытием подводящей линии и соединением входа датчика с атмосферой;

2) в качестве контрольного давления для датчиков КОРУНД-ДА и -ДДА, может быть принято атмосферное давление, измеряемое барометром с основной погрешностью не хуже 0,3 от допускаемой погрешности датчика.

14. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ, РЕГУЛИРОВАНИЕ, НАСТРОЙКА

14.1. Датчик КОРУНД является однопредельным. Измерение параметров производится в соответствии со схемой приложения Д.

14.2. После установки датчика в рабочее положение согласно правилам раздела 12, или, при необходимости, на специально оборудованном стенде, настройку производите следующим образом:

14.2.1. Снимите крышку, предварительно сняв коннектор (Рис.1а,3), или снимите крышку корпуса датчика разности давлений (см. Рис.2,) для доступа к корректору (потенциометру) "нуля" и "диапазона";

14.2.2. Включите питание и выдержите датчик во включенном состоянии не менее 5 мин.

14.2.3. Задайте на входе датчика нижний предел измеряемого давления (разности давлений) и подстройте корректором "нуля" соответствующее значение выходного сигнала для данной модели датчика (см. приложение Б).

14.2.4. Задайте верхний предел измеряемого давления (разности давлений) и, при необходимости, подстройте корректором "диапазона" соответствующее предельное значение выходного сигнала.

14.2.5. Выполните операции, указанные в п.п. 14.2.3 и 14.2.4, несколько раз до тех пор, пока значения выходного сигнала не будут установлены в требуемых пределах (см. раздел 15).

14.2.6. Проверьте основную погрешность датчика в соответствии с приложением Б и, если она выходит за допустимые пределы, повторите настройку по п.14.2.5.

14.2.7 Установите на место крышку датчика .

14.2.8.Отсоедините средства настройки и приведите датчик в состояние рабочей готовности.

15. ПОВЕРКА ДАТЧИКОВ

15.1. Поверка датчиков осуществляется в соответствии с требованиями методических указаний МИ 1997-89, утвержденной ВНИИМС при ГОССТАНДАРТЕ РФ и настоящего руководства.

Периодическая поверка производится не реже одного раза в межповерочный интервал в сроки, установленные руководством предприятия в зависимости от условий эксплуатации, после ремонта датчиков и их восстановления (после отказа).

Межповерочный интервал датчиков составляет 2 года, для датчиков с дополнительной основной погрешностью 1% - 4 года.

15.2. При подготовке к поверке и при ее проведении должны соблюдаться меры безопасности и требования, указанные в разделах 9-13.

15.3. При поверке должны производиться следующие операции:

1. внешний осмотр и проверка внешнего состояния датчика;
2. подготовительные работы, включающие проверку герметичности системы и функционирования датчика;
3. установка начального выходного сигнала датчика;
4. проверка основной погрешности и вариации датчика.

15.4. Средства поверки должны соответствовать указанным в приложении Е. Допускается применять средства поверки других типов с параметрами, не хуже указанных выше.

15.5. При внешнем осмотре проверяются целостность корпуса, элементов соединений, пломб (стикеров, бирок) а также соответствие маркировки конкретного экземпляра датчика сведениям, указанным в его паспорте и настоящем руководстве.

15.6. При подготовительных работах необходимо выполнить следующие операции.

1. Установить датчик в рабочее положение (см. приложение Г) подключить к нему средства поверки (см. приложение Е) с соблюдением требований, предъявляемых к монтажу и эксплуатации датчика и в соответствии со схемами подключения (приложение Д).
2. Проверить герметичность системы, включающей соединительные линии, соединения и датчик. Проверку производить давлением, равным предельному номинальному давлению (перепаду давлений) поверяемого датчика. Систему и датчик считают герметичными, если после трехминутной выдержки под заданным предельным давлением (или разряжением), после перекрытия проверяемой части системы от задатчика давления, в течение последующих 2 мин в перекрытой части системе не наблюдается изменение давления, или для датчика - изменения его сигнала.
3. Проверить функционирование датчика по изменению его сигнала при изменении давления в пределах диапазона измерения и по функционированию корректора нуля. При этом должны наблюдаться соответствие между давлением и сигналом, а также изменение сигнала при вращении винта корректора. При проверке функционирования датчика допускается применять средства поверки, метрологические характеристики которых отличаются от образцовых средств, для проверки основной погрешности и вариации (см. п. 15.4).

15.7. Установка начального выходного сигнала и проверка вариации и основной погрешности датчика выполняются при соблюдении следующих условий.

1. Температура окружающего воздуха (23 ± 2)°С при относительной влажности от 30 до 80% и атмосферном давлении от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.). Датчик предварительно выдерживают при указанных условиях не менее 3 часов.
2. Должно быть исключено влияние на работу датчика следующих факторов: вибрации, тряски, наклонов датчика, колебаний давления окружающего воздуха, внешних электрических и магнитного полей кроме земного.
3. Напряжение питания ($24 \pm 0,48$)В постоянного тока при пульсации напряжения питания не более 0,5% значения напряжения питания.
4. Выдержка датчика перед началом поверки после включения питания должна быть не менее 30 минут.
5. Электрическое подключение датчиков при поверке должно соответствовать схемам, указанным в приложениях В и Д а также рис. 5.
6. Нагрузочное сопротивление - в пределах, указанных в п.3.7.
7. Среда, используемая для задания давления:
 - для датчиков с верхним пределом до 0,25Мпа ($2,5 \text{ кгс/см}^2$) включительно - воздух или нейтральный газ;
 - для датчиков с верхним пределом более 0,25Мпа ($2,5 \text{ кгс/см}^2$) – жидкость.
 - для датчиков, предназначенных для работы с газообразным кислородом – воздух или вода, не загрязненные маслом и органическим примесями.

8. Настройка выходного сигнала датчика должна производиться при отсутствии взрывоопасной смеси в месте его установки.

15.8. Установка начального выходного сигнала датчика.

1. Установка начального сигнала датчика выполняется для настройки на рабочий диапазон. Поэтому, при настройке следует учитывать реальные условия работы датчика. Настройка начального сигнала может проводиться на месте эксплуатации во взрывобезопасных условиях.

2. Установку начального сигнала датчиков КОРУНД-Дхх-001, ДД, ДДИ, ДДИВ, ДДР следует выполнять, настраивая сигнал при «нулевом» избыточном давлении и соединяя «минусовую» камеру датчиков КОРУНД-ДД с атмосферой (см. п.5.2.3). При таком способе настройки сигнал датчиков разрежения установится на верхнем пределе. Сигнал же датчиков давления-разрежения установится в середине диапазона - при симметричных пределах измерений и со смещением, - при несимметричных верхнем и нижнем пределах (см. приложение Б2).

3. Начальный сигнал датчиков КОРУНД-ДА, ДДА проверяется при подаче вакуума или атмосферного давления на вход датчика. Вакуум и атмосферное давление измеряются образцовыми приборами, обеспечивающими оценку начального сигнала с допустимой погрешностью (см.п.15.9).

4. Перед установкой проверяемых сигналов датчика, следует подать и сбросить на его входе давление, составляющее 50-100% верхнего предела измерений.

5. Перед установкой начального значения выходного сигнала, измерительные камеры датчиков с верхним пределом не более 250кПа, в том числе дифференциальных мембранно-рычажных датчиков (см. Рис.2 и 3) должны быть осушены продувкой сухим воздухом.

15.9. Проверка основной погрешности и вариации

1. Основную погрешность определяют сравнением значений измеряемой величины, полученных образцовыми средствами и поверяемыми датчиками.

2. Для определения основной погрешности применяется способ, при котором с помощью образцового прибора на входе датчика задают измеряемое давление (или разность давлений), равное номинальному, а с помощью другого образцового прибора измеряют выходной сигнал датчика. Заданное и измеренное значения сравнивают, приведя их к одним и тем же единицам.

3. Допускается определять основную погрешность путем сравнения выходных сигналов поверяемого и образцового датчиков при подаче на их вход расчетного давления от одного источника.

4. Приборы для проведения поверки датчика (см. приложение Е) должны быть подключены к датчику в соответствии с приложением Д.

5. Значения и отклонения выходного сигнала определяют по показаниям образцового вольтметра, измеряющего напряжение U на образцовом сопротивлении R_n , соответствующем требованиям п. 15.7.7.

Для датчиков с токовым сигналом 4-20мА, 0-5мА, 0-20мА значение выходного тока I определяется по формуле

$$I = U / R_n \quad (15.1)$$

При этом образцовое сопротивление нагрузки (R_n) рекомендуется выбирать из ряда:

- 50- 250Ом - для сигнала 4-20мА, 0-20 мА;
- 100-1000Ом - для сигнала 0-5мА;

Класс точности образцового сопротивления должен быть не хуже 0,02%. Для датчиков с выходным сигналом 0-5В, 0-10В выходной сигнал измеряется непосредственно на выводах согласно рис.В3 приложения В.

6. При выборе образцовых приборов должно соблюдаться следующее условие:

$$(\Delta P/DP + \Delta U/DU + \Delta R_n/R_n) \cdot 100 \leq C^* \gamma, \quad (15.2)$$

где ΔP , ΔU , ΔR_n – пределы допускаемой абсолютной погрешности образцовых приборов (манометра, вольтметра и сопротивления (R_n) соответственно);

DP - диапазон измерений поверяемого датчика, равный разности верхнего (P_{max}) и нижнего (P_{min}) пределов измерений с соответствующими знаками (для разрежения P_{min} - со знаком минус);

DU - номинальный диапазон выходного сигнала, равный разности верхнего (U_{max}) и нижнего (U_{min}) номинальных значений сигнала датчика на образцовом сопротивлении:

$$DU = U_{max} - U_{min}; \quad (15.3)$$

C- коэффициент, равный 0,25 или, при затруднениях в обеспечении этого значения, - не более 0,33;

γ -предел допускаемой основной погрешности датчика, %

7. Непосредственно перед проверкой основной погрешности датчика следует проверить и, при необходимости скорректировать начальный выходной сигнал датчика в соответствии с заданным начальным давлением.

8. Основную погрешность датчика проверяют по относительному отклонению (γ_0) действительного значения выходного сигнала от расчетного значения при повышении (прямом ходе) и понижении (обратном ходе) давления, задаваемого с помощью образцового прибора в фиксированных точках диапазона.

9. Основная погрешность датчика должна определяться по всей совокупности отклонений, полученных при M=3-5 циклах повышения-понижения давления, задаваемого в N=5-7 контрольных точках рабочего диапазона, включая его нижний и верхний пределы. Контрольные точки должны быть равномерно распределены по диапазону (по возможности, с постоянным интервалом). При этом, задаваемые значения давления в контрольных точках при прямом и обратном ходе должны совпадать или, если это условие выполнить не удастся, - могут отличаться не более, чем на 5% диапазона.

Отклонение (γ_0) при повышении (γ_0') и понижении (γ_0'') давления определяется для каждой i-той ($i=1...N$) точки каждого j-того цикла ($j=1...M$) по формулам:

$$\gamma_0' = 100 \cdot (U' - U_p) / DU, \% \quad (15.4)$$

$$\gamma_0'' = 100 \cdot (U'' - U_p) / DU, \% \quad (15.5),$$

где U' и U'' - действительные значения напряжения выходного сигнала датчика на сопротивлении нагрузки при повышении (приближении к значению «снизу») и понижении (приближении к значению «сверху») давления, соответственно;

U_p - расчетное значение напряжения выходного сигнала, соответствующее номинальному измеряемому давлению. При использовании способа, указанного в п. 15.9.2, в качестве расчетного значения U_p принимается значение сигнала датчика по образцовому прибору;

DU - расчетное значение диапазона выходного сигнала (15.2)

Примечание. Отклонения (γ_0) могут определяться с использованием единиц тока по формулам, подобным выражениям (15.4) и (15.5):

$$\gamma_0' = 100 \cdot (I' - I_p) / DI, \% \quad (15.6)$$

$$\gamma_0'' = 100 \cdot (I'' - I_p) / DI, \% \quad (15.7),$$

где I' и I'' - действительные значения тока выходного сигнала датчика на сопротивлении нагрузки при повышении и понижении давления, соответственно;

I_p - расчетное значение тока выходного сигнала, соответствующее номинальному измеряемому давлению;

DI - номинальный диапазон токового выходного сигнала, равный разности верхнего (I_{max}) и нижнего (I_{min}) номинальных значений сигнального тока датчика на образцовом сопротивлении:

$$DI = I_{max} - I_{min} \quad (15.8)$$

10. В контрольных точках необходимо выдерживать датчик (до 5 минут) для стабилизации показаний. Если показания не стабилизируются, следует проверить и устранить негерметичность системы или прекратить поверку датчика.

11. Оценку основной погрешности производят по максимальному абсолютному значению отклонения (γ_0), вычисленному по формулам (15.4) и (15.5) или (15.6) и (15.7). Максимальное значение основной погрешности поверяемого датчика должно соответствовать условию:

- $\max(\gamma_0) \leq \pm 0,8\gamma$ - при первичной поверке;
- $\max(\gamma_0) \leq \pm \gamma$ - при периодической поверке,

где γ - предел допускаемой основной погрешности поверяемого датчика согласно приложению Б.

12. Вариация (гистерезис) выходного сигнала H определяется как разность значений выходного сигнала, соответствующих одному и тому же значению измеряемой величины, полученных при приближении к нему как «сверху» (т.е. от больших значений), так и «снизу» (т.е. от меньших значений). Вариация должна проверяться при каждом задаваемом образцовом (контрольном) давлении, за исключением верхнего и нижнего пределов.

13. Оценку вариации (h) в процентах от номинального диапазона изменения выходного сигнала производят по одной из формул:

$$h = 100 \cdot |(U' - U'')| / DU, \% \quad (15.9)$$

$$h = 100 \cdot |(I' - I'')| / DU, \% \quad (15.10)$$

$$h = |\gamma_0'' - \gamma_0'| \quad (15.11)$$

по всей совокупности N контрольных точек (кроме верхних и нижних пределов), полученных при M циклах повышения-понижения давления. При этом расчетное значение вариации h не должно превышать допускаемое значение, указанное в п.3.3.

14. При оценке основной погрешности и вариации, допускается отбрасывать до 5% результатов измерений, которые могут быть причиной субъективных ошибок и выбросов (например, скачков напряжений, показаний).

15.10. При положительных результатах поверки, в паспорте (или документе, его заменяющем) производят запись о годности датчика к применению с указанием даты поверки и удостоверяют запись в установленном порядке.

15.11. Датчики, не соответствующие требованиям настоящего руководства, считают не прошедшими проверку и не допускают к применению. При этом в паспорте делается соответствующая запись.

16. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

16.1. Техническое обслуживание (ТО) должны выполнять лица, изучившие настоящий документ, прошедшие соответствующий инструктаж и допущенные к выполнению ТО.

16.2. При техническом обслуживании должны соблюдаться правила безопасности, а также технологические требования, указанные в разделах 10-15 и принятые на предприятии, эксплуатирующем датчики.

16.3. Для поддержания работоспособного состояния датчика и его внешних соединений предусматриваются текущее или оперативное (ТТО) и периодическое или плановое (ПТО) техническое обслуживание, в процессе которого выполняются следующие основные операции:

- проверка внешнего состояния и функционирования датчика, его внешних соединений и линий;
- при необходимости, корректировка «нуля» датчика, слив конденсата или удаление воздуха из рабочих камер датчика и устройств (сосудов, вентилей и линий), подводящих давление;
- периодическая проверка работоспособности и поверка датчика.

Кроме указанных операций, к техническому обслуживанию относятся расконсервация, очистка и консервация, изделий перед их использованием и в период эксплуатации.

16.4. Порядок технического обслуживания

1. Текущее (оперативное) техническое обслуживание (ТТО) предполагает систематический внешний осмотр датчика по п.п. 12.4-12.6, 15.5 а также оперативную проверку функционирования и технического состояния датчика, устройств, подводящих давление, электрических линий и соединений.

При ТТО могут выполняться, в основном, простые восстановительные операции, не связанные с ремонтом и заменой датчика.

Если установлена необходимость ремонта, следует оформить рекламацию, демонтировать датчик и отправить его на ремонт (раздел 17).

ТТО выполняется оператором или дежурным персоналом с регулярностью, определяемой состоянием и работой датчика и системы, в которой он применяется.

В оперативном порядке контролируют реакцию сигнала датчика при изменении рабочего давления среды, при необходимости, сливают конденсат или удаляют воздух из рабочих камер датчика и выполняют другие операции по поддержанию нормального режима эксплуатации датчика.

2. При ПТО производят:

- профилактический осмотр датчика и его подсоединений (см. п.п. 12.4-12.6 и 15.5);
- проверку и, при необходимости, восстановление работоспособности датчика, линий давления, электрических линий и соединений, подстройку «нуля» датчика (см. п.п. 11.5, 14.6 и 14.8);
- поверку (см. раздел 14) и техническое освидетельствование датчика;

При проведении этих работ определяют необходимость замены или ремонта датчика.

Работы, указанные в п.п. 1), 2) и 3), выполняются специально подготовленным персоналом с квалификацией, соответствующей технической задаче.

Периодичность работ, указанных в п.п. 1), 2) и 3), определяется предприятием, но не реже 1 раза в 5 - 7 месяцев, за исключением экстренных случаев. В начальный период эксплуатации (приработки) рекомендуется проводить профилактические работы 1 - 2 раза в месяц, выполняя, при необходимости корректировку «нуля» датчика.

Проверка должна выполняться представителями метрологической службы или лицами допущенными к проверке датчиков с периодичностью, определяемой предприятием, но не реже указанной в разделе 15.

Техническое освидетельствование выполняется представителями инспекции и надзора за взрывобезопасными средствами измерений, электроустановками и оборудованием предприятия с периодичностью, устанавливаемой предприятием в соответствии с действующими нормами. Техническое освидетельствование рекомендуется совмещать с проверкой. Состав представителей инспекции и надзора определяется потребителем в зависимости от конкретных условий эксплуатации и норм, действующих на предприятии.

16.5. Профилактические работы, проверка состояния и работоспособности датчика при ПТО.

16.5.1. При профилактическом осмотре проверяют:

- 1) целостность корпуса и крепежа;
- 2) сохранность пломб;
- 3) наличие маркировки взрывозащиты;
- 4) состояние заземления. Болты заземления должны быть затянуты, а контактные площадки зачищены;
- 5) целостность кабеля и его внешних соединений и уплотнений, отсутствие короткого замыкания цепей линии связи. Уплотнения должны быть затянуты или герметизированы в местах, где это предусмотрено конструкцией датчика и условиями монтажа. При наличии повреждений и коротких замыканий кабель следует заменить;
- 6) плотность и герметичность соединений датчика с линией давления. Неплотные соединения должны быть затянуты и уплотнены;
- 7) прочность крепления датчиков (на кронштейнах и т.п.). Резьбовые соединения должны быть затянуты;
- 8) температурный режим работы датчиков.

Эксплуатация датчиков с неисправностями запрещается.

16.5.2. При проверке состояния и работоспособности датчика, необходимо выполнить следующие операции.

- 1) Проверить наличие и стабильность сигнала при постоянном давлении и его реакцию на изменение давления. При нарушениях нормального режима датчика следует проверить и восстановить рабочее состояние линий давления (см. п.16.5.2.2) и электрических линий (см.п.16.5.2.3), проверить герметичность (см. п.15.5.2.4), подстроить «ноль» датчика. Если настроить нормальный режим не удастся, - произвести внеплановую проверку (см. разд. 14) и (или) отправить датчик на ремонт (разд.16).
- 2) Проверить вентили и подводящие линии на отсутствие загрязнений, пробок, конденсата или пузырьков газа (пара). При их наличии произвести очистку, слив жидкости, промывку и (или) продувку линий, полостей и камер, не допуская перегрузку датчиков.
- 3) Проверить состояние электрической линии связи, заземления, внешних соединений с датчиком и, при необходимости, восстановить их рабочее состояние, отключив питание и соблюдая другие требования взрывобезопасности.
- 4) Проверить герметичность датчика и устройств (в том числе линии) подводящих давление к датчику в соответствии с п.15.6.2. При необходимости, устранить негерметичность затяжкой крепежа, заменой уплотнительных и других элементов.
- 5) Отключив датчик от источника питания и вскрыв крышку корпуса, проверить состояние контактов клемм и разъема а также сопротивление изоляции электрических цепей (сигнальных контактов) относительно корпуса датчика. Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм при температуре окружающего воздуха (+25±5) °С и относительной влажности не более 80%. Клеммы и контакты очистить и промыть для обеспечения надежности соединений. Закрыть и опломбировать датчик.
- 6) Проверить и, при необходимости, открыть крышку корпуса и подстроить начальный (контрольный) выходной сигнал датчика при начальном (контрольном) значении давления в соответствии с п.15.8. Закрыть и опломбировать датчик.

16.5.3. При ТО применяются технические средства, указанные в приложении Е, или заменяющие их.

16.5.4. Датчики не допускаются к дальнейшей эксплуатации, если их параметры, после ТО, выходят за пределы, установленные настоящим руководством. Такие датчики, следует отправить на проверку или в ремонт, оформив соответствующую рекламацию на текущий или капитальный ремонт или на списание. Капитальный ремонт выполняется службой изготовителя

17. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

17.1. Общие указания:

Текущий ремонт датчиков выполняется ремонтной службой изготовителя после более сложных отказов, связанных с ремонтом и заменой составных частей датчика - электронных узлов и элементов, тензопреобразователя и других элементов.

Ремонтная служба предприятия должна установить признаки и предполагаемые причины неисправности и оформить дефектную ведомость (рекламацию) для передачи ремонтной службе изготовителя.

17.2. Меры безопасности:

При демонтаже и монтаже, подготовке к ремонту датчиков должны соблюдаться правила безопасности, а также технологические требования, указанные в разделах 9-14 и принятые на предприятии, эксплуатирующем датчики.

17.3. Возможные характерные отказы и методы их устранения указаны в таблице 4.

17.4. Выполняемые ремонтные работы должны фиксироваться в паспорте датчика или сопроводительном документе, что необходимо для учета отказов и работоспособности датчика.

Таблица 5

Описание отказов и повреждений	Возможные причины	Указания по устранению последствий отказов и повреждений
1. Отсутствует или периодически пропадает сигнал	1.1. Обрыв линии связи, нарушение соединений 1.2. Отказ блока питания 1.3. Отказ датчика	1.1. Проверить линию связи и соединения, клеммы, разъем датчика. Восстановить связь и контакты. 1.2. Проверить и восстановить или заменить блок питания. 1.3. Отправить датчик на ремонт изготовителю.
2. Сигнал нестабилен	2.1. Загрязнение, увлажнение контактов соединений, 2.2. Негерметичность датчика, обвязки. 2.3. Нарушение изоляции линии связи (кабеля). 2.4. Отказ датчика	2.1. Очистить, просушить контакты соединения 2.2. Проверить герметичность датчика и обвязки. Устранить негерметичность обвязки. 2.3. Восстановить изоляцию кабеля или заменить его. 2.4. Отправить датчик на ремонт изготовителю.
3. Сигнал смещен и не соответствует давлению (зашкаливает или не устанавливается верхний предел или «ноль»)	3.1. Смещение «нуля» 3.2. Нарушилась изоляция линии (кабеля, соединений) 3.3. В рабочей камере датчика и (или) в обвязке конденсат, загрязнения, закоксовка.	3.1. Подстроить ноль. 3.1. Выполнить внеплановую поверку с проверкой погрешности, подстройкой «нуля» и, при необходимости, диапазона. 3.2. Восстановить изоляцию и соединения. 3.3. Очистить, продуть, промыть камеры датчика, обвязку.

18. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

18.1. Датчики транспортируются всеми видами транспорта, в том числе воздушным транспортом в отапливаемых герметизированных отсеках. Способ укладки ящиков с изделиями должен исключать возможность их перемещения.

18.2. Условия транспортирования должны соответствовать условиям хранения 5 по ГОСТ 15150-69.

18.3. Изделия могут храниться как в транспортной таре, с укладкой по 5 ящиков по высоте, так и в потребительской таре на стеллажах.

Условия хранения датчиков в транспортной таре соответствует условиям хранения 3 по ГОСТ 15150-69. Условия хранения датчиков в потребительской таре - 1 по ГОСТ 15150-69.

Срок пребывания датчиков в условиях транспортирования - не более трех месяцев.

18.4. При транспортировании и хранении следует предусматривать меры безопасности при размещении изделий, исключающие повреждение изделий и травматизм.

19. УТИЛИЗАЦИЯ

19.1. При утилизации следует соблюдать правила безопасности демонтажа, принятые на предприятии - потребителе (см. разделы 10-15).

19.2. При утилизации датчиков следует выполнить следующие операции:

1. Определить непригодность датчиков к дальнейшей эксплуатации, оформив соответствующий акт (на списание и т.п.).
2. Разобрать датчики на поддающиеся разборке составные части:
 - штуцер, корпус, крышку, разъем, тензопреобразователь, модуль электроники малогабаритных датчиков;
 - мембранный блок, фланцы, корпусные части, и плату блока электроники дифференциальных датчиков.
3. Вскрыть (по возможности) полость мембранного блока дифференциального датчика и слить заполняющую (полиметилсилоксановую) жидкость в металлический, стеклянный или пластмассовый сосуд, после чего закупорить сосуд крышкой.
4. Разделить составные части по группам:
 - 1) металлические части;
 - 2) тензопреобразователи;
 - 3) разъемы, коннекторы;
 - 4) электронные платы и компоненты.
5. Определить внешний вид и возможность использования для ремонта или восстановления отдельных составных частей предприятием - потребителем или изготовителем. Согласовать с изготовителем возможность и условия передачи ему частей, которые не представляют ценности для потребителя. Передать их изготовителю с сопроводительными документами, включающими паспорт, рекламационные и другие записи. Подобное взаимодействие с изготовителем позволит накопить данные по работоспособности датчиков и совершенствовать их конструкцию.
6. Определить необходимость и условия утилизации оставшихся составных частей и жидкости разобранных датчиков и отправить на дальнейшую утилизацию с описью комплекта.

СХЕМА СОСТАВЛЕНИЯ УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ ДАТЧИКА

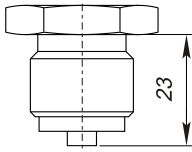
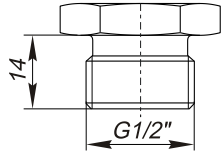
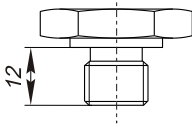
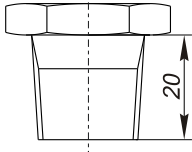
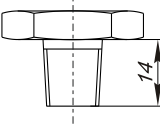
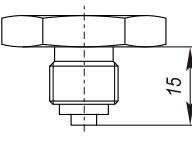
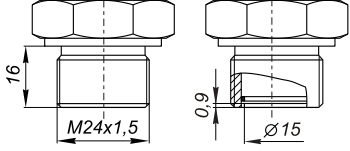
КОРУНД-ДД - 111 - УХЛ3.1 - 0,5 - 1,6кПа - 2,5кПа - 42 - Exia - t1 - M1 - IP65 - ДИ01 - И

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

1. Наименование датчика (по табл.Б1 и Б2 приложения Б)
2. Номер модели датчика (по табл.Б1 и Б2 приложения Б)
3. Климатическое исполнение (см. п.2.5)
4. Допускаемая основная погрешность (по табл. Б1 и Б2 приложения Б)
5. Предел измерений и единицы измерения (базовые пределы и единицы по прил. Б). По заказу датчики могут быть настроены на иные пределы измерения и в других единицах измерения (например, кГс/см², psi, bar и т.д.)
6. Предельно допустимое рабочее избыточное давление (по табл.Б1 и Б2 приложения Б)
7. Код выходного сигнала (42 - для 4-20мА; 05 - для 0-5мА; 02 - для 0-20 мА, 5 - для 0- 5В, 10 - для 0-10В). Для убывающей характеристики код выходного сигнала - 24, 50, 20, 15, 01 соответственно.
8. Взрывобезопасное исполнение (см. п.3.8)
9. Код температурного диапазона: t1 - (0°С...+50°С); t2 - (-10°С...+70°С); t3 - (-40°С...+80°С)
10. Код механического присоединения (таблица А1)(Кроме датчиков давления Корунд-ДД)
11. Уровень защиты от воды и пыли. IP65 (базовое исполнение); IP68.
12. Код монтажных частей (по табл. 3)
13. Наличие индикатора

ВАРИАНТЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ИСТОЧНИКА ДАВЛЕНИЯ

Таблица А1

Код механического присоединения	Вид резьбового соединения	Чертеж
M1	M20x1,5	
M2	M20x1,5	
G5	G1/2"	
M3	M10x1	
M4	M12x1	
M5	M12x1,5	
G3	G1/4"	
K1	K1/2"	
K2	K1/4"	
G4	G1/4"	
O1	M24x1,5	

НАИМЕНОВАНИЕ, МОДЕЛЬ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДАТЧИКОВ (табл.Б1 и Б2)

Таблица Б1- Датчики КОРУНД-ДД, ДИ, ДА, ДР, ДДИ, ДДА, ДДР, ДИГ

Тип	Модель	Ряд верхних пределов измерений (Рв)	Предельное допускаемое давление*	Предел допускаемой основной погрешности, %
Датчики разности давлений (ДД)				
КОРУНД-ДД	101	0,25; 0,4; 0,63; 1; 1,6 кПа	0,1МПа	0,5; 1
	102	2,5; 4; 6,3; 10 кПа	4МПа	
	103	6,3; 10; 16; 25; 40 кПа	16МПа	
	104	40; 63; 100; 160; 250 кПа	16МПа	
	105	0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5 МПа	4МПа	
	106	2,5; 4; 6,3; 10; 16 МПа	25МПа	
КОРУНД-ДД-Н	107	10; 16; 25 кПа	+Х3/-Х2**	1.0
		40; 60; 100; 160; 250 кПа		0.15, 0.25, 0.5; 1.0
	108	0.4; 0.6; 1.0; 1.6; 2.5; 4.0 МПа	+Х3/-Х2**	0.15, 0.25, 0.5; 1.0
Датчики разрежения (ДДР, ДР)				
КОРУНД-ДДР	125	0,25; 0,4; 0,6; 1; 1,6 кПа	2.5кПа	0,5; 1.0
	126	2,5; 4; 6; 10 кПа	15кПа	
	127	10; 16; 25; 40 кПа	60кПа	
	128	40; 60; 100 кПа	106,7 кПа	
КОРУНД-ДР-001	129	40; 60; 100 кПа	106,7 кПа	0,25; 0,5; 1.0
Датчики абсолютного давления (ДДА, ДА)				
КОРУНД-ДДА	141	2,5; 4; 6; 10 кПа	15кПа	0,5; 1.0
	142	6; 10; 16; 25; 40 кПа	60кПа	
	143	40; 60; 100; 160; 250 кПа	400кПа	
КОРУНД-ДА-001	144	40; 60; 100; 160; 250 кПа	Х2*	0,25; 0,5; 1.0
	145	0,4; 0,6; 1; 1,6; 2,5 МПа	Х2*	
	146	2,5; 4; 6; 10; 16 МПа	Х2*	
Датчики избыточного давления (ДДИ, ДИ)				
КОРУНД-ДДИ	111	0,25; 0,4; 0,63; 1,0; 1,6 кПа	2.5кПа	0,5; 1
	112	2,5; 4; 6; 10 кПа	15кПа	
	113	6; 10; 16; 25; 40 кПа	60кПа	
	114	40; 60; 100; 160; 250 кПа	400кПа	
	115	0,4; 0,6; 1; 1,6; 2,5 МПа	4МПа	
	116	2,5; 4; 6; 10; 16 МПа	25МПа	
КОРУНД-ДИ-001	117	6 кПа	Х4*	1.0
	118	10; 16 кПа	Х3*	0.5, 1.0
	119	25; 40 60; 100, 160, 250кПа	Х2*	0.15, 0.25, 0.5; 1.0
	120	0,4; 0,6; 1; 1,6 МПа	Х2*	
	121	2,5; 4; 6 МПа	Х2*	
	122	10; 16 МПа	Х2*	0.5, 1.0
	123	25; 40; 60 МПа	Х3*	0.5, 1.0
	124	100; 160 МПа	Х3*	1.0
КОРУНД-ДИ-001Э	120Э	0,6; 1; 1,6 МПа	Х3*	1.0
	121Э	2,5; 4; 6 МПа	Х3*	
КОРУНД-ДИГ-001	151	6 кПа	Х4*	1.0
	152	10; 16 кПа	Х3*	0.5, 1.0
	153	25; 40 60; 100, 160, 250кПа	Х2*	0.15, 0.25, 0.5; 1.0
	154	0,4; 0,6; 1; 1,6 МПа	Х2*	
	155	2,5 МПа	Х2*	

ТАБЛИЦА Б2- ДАТЧИКИ КОРУНД ДДИВ, ДИВ

Тип	Модель	Ряд пределов измерений		Допускаемое давление перегрузки (избыточное, разрежение)	Предел допускаемой основной погрешности
		Разрежение (отрицательное избыточное давление), кПа, Ррв	Верхний предел избыточного давления, кПа, Рв		
КОРУНД-ДДИВ	131	0,125 0,2 0,3 (0,315)* 0,5 0,8	0,125 0,2 0,3 (0,315)* 0,5 0,8	Рв=1,25кПа; Ррв=1,25кПа	0,5; 1.0
	132	1,25 2 3 (3,15)* 5	1,25 2 3 (3,15)* 5	Рв=7,5кПа; Ррв=7,5кПа	0,25;0,5;1.0
	133	5 8 12,5 20	5 8 12,5 20	Рв=30кПа; Ррв=30кПа	0,25;0,5;1.0
КОРУНД-ДИВ-001	134	20 30 (31,5)* 50 100 100	20 30 (31,5)* 50 60 100	X2	0,25;0,5; 1.0
	135	100 100 100 100 100	300 500 900 1500 2400	X2	0,25;0,5; 1.0

. Примечания.

- 1) Для выбранной модели указывается одно значение из приведенного для нее ряда пределов и погрешностей.
- 2) * - Предельное допускаемое рабочее давление для датчиков КОРУНД-Дхх-001 – двух-, трех- или четырехкратное по отношению к верхнему пределу измерения.
- 3) ** - для датчиков КОРУНД- ДДН давление перегрузки в плюсовой камере – трехкратное, в минусовой камере – двухкратное.

СХЕМА ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ДАТЧИКОВ

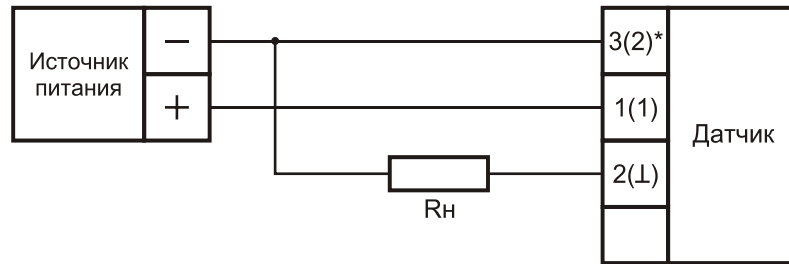


Рис.В1. Схема соединения датчиков КОРУНД с выходным сигналом 0-5 мА, 0-20 мА.
(В скобках: номера выводов при использовании трехконтактного коннектора)

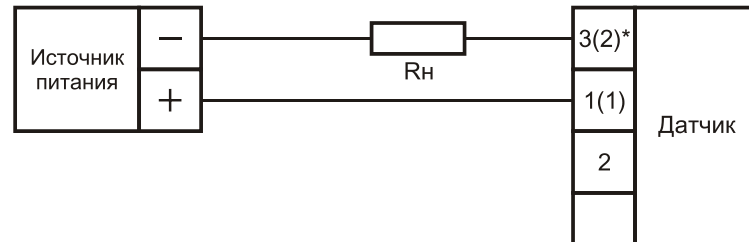


Рис.В2. Схема соединения датчиков КОРУНД с выходным сигналом 4-20 мА.
(В скобках: номера выводов при использовании трехконтактного коннектора)

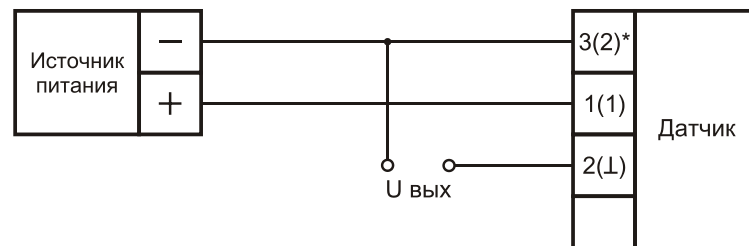


Рис.В3. Схема соединения датчиков КОРУНД с выходным сигналом 0-5В, 0-10В.
(В скобках: номера выводов при использовании трехконтактного коннектора)

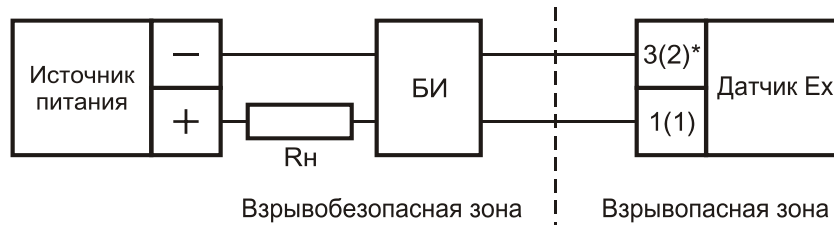


Рис.В4. Схема соединений датчиков КОРУНД искробезопасного исполнения с внешним барьером искрозащиты (БИ).
(В скобках: номера выводов при использовании трехконтактного коннектора)

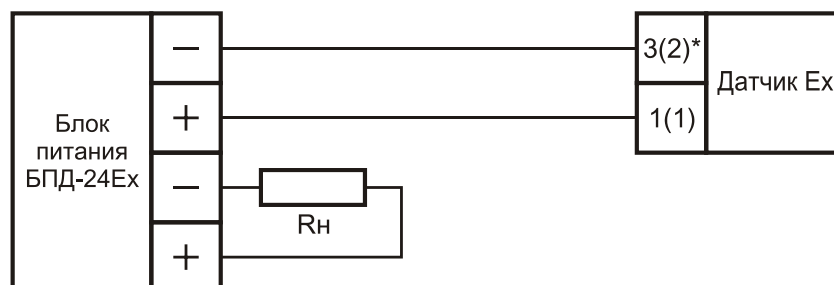
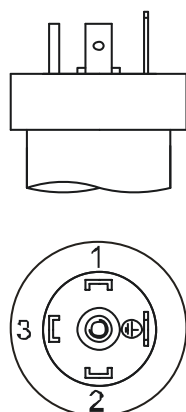
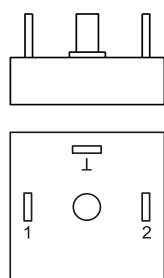


Рис.В5. Схема соединений датчиков КОРУНД искробезопасного исполнения с блоком питания, имеющим встроенный барьер искрозащиты. (В скобках: номера выводов при использовании трехконтактного коннектора)
Примечание. Rн - нагрузочное сопротивление по п.3.7



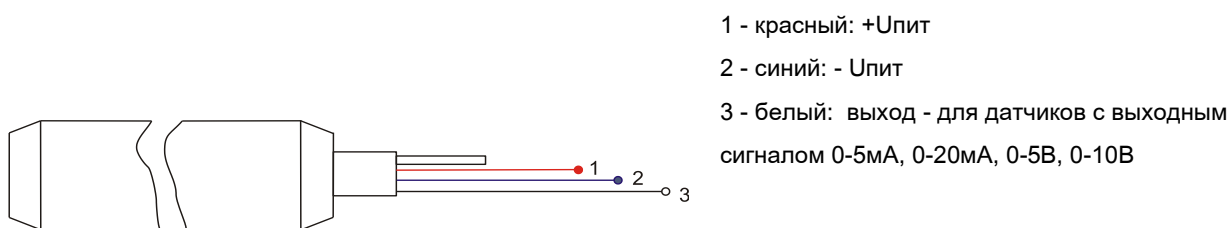
- 1 +Упит.
- 3 -Упит.
- 2 Выход (для датчиков с выходным сигналом 0-5мА, 0-20мА, 0-5В, 0-10В).

Рис.В6. Схема размещения выводов четырехконтактного коннектора датчиков КОРУНД



- 1 +Упит.
- 2 -Упит.
- └ Выход (для датчиков с выходным сигналом 0-5мА, 0-20мА, 0-5В, 0-10В).

Рис.В7. Схема размещения выводов трехконтактного коннектора датчиков КОРУНД



- 1 - красный: +Упит
- 2 - синий: - Упит
- 3 - белый: выход - для датчиков с выходным сигналом 0-5мА, 0-20мА, 0-5В, 0-10В

Рис. В8. Схема распайки кабеля датчика IP-68

ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ДАТЧИКОВ «КОРУНД»

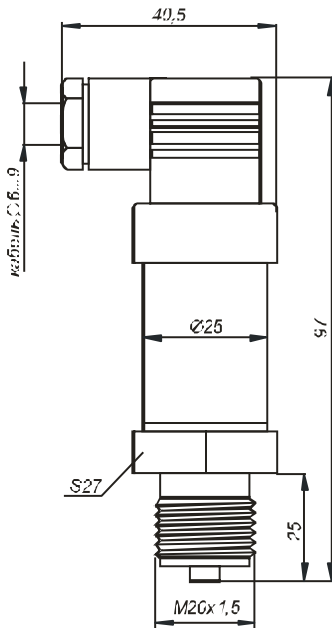
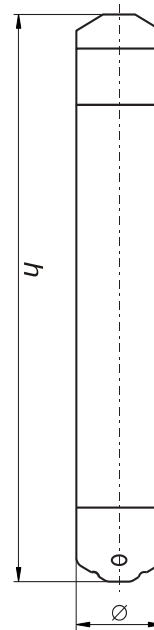


Рис.Г1а.- Габаритный чертеж датчика КОРУНД-(ДИ, ДА, ДР, ДИВ)-001.
Модели 117001-119001; 125001; 144001-146001;
134001-135001.



h	120	70
∅	22	25

Рис.Г1б.- Габаритный чертеж датчика КОРУНД-ДИ
(Исполнение корпуса Корунд-ДИГ)

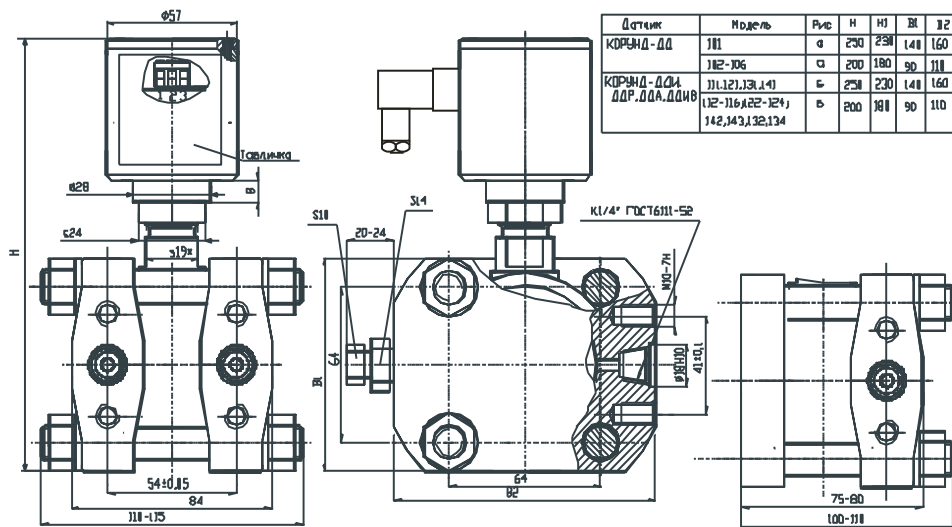


Рис.Г2а.

Рис. Г2б.

Остальное - см. а)

Рис. Г2- Габаритный чертеж датчика Корунд-ДД, ДДИ, ДДА, ДДР, ДДИВ.
Модели 101-106, 111, 121, 131, 141, 112-116, 122-124, 132, 134, 142, 143

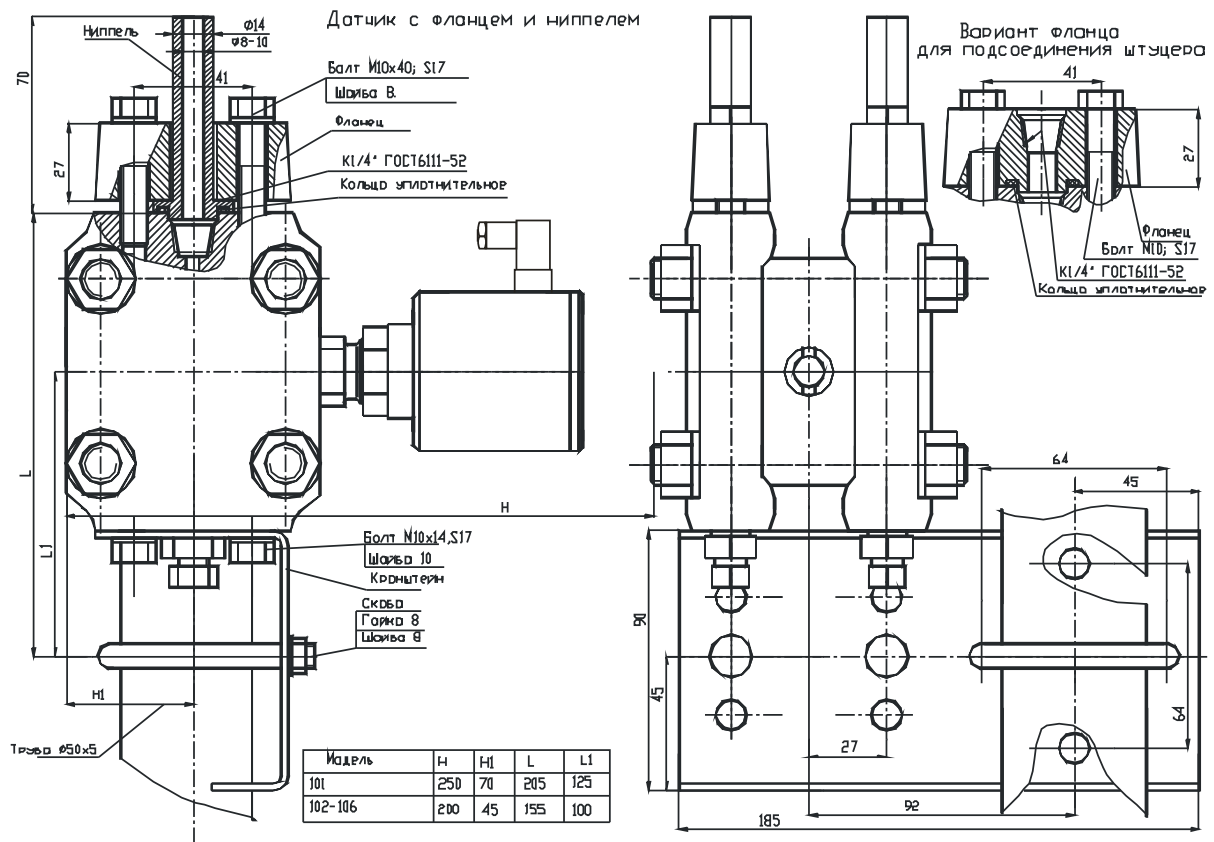


Рис.Г3. Монтажный чертеж датчика КОРУНД-ДД. Модели 101-106

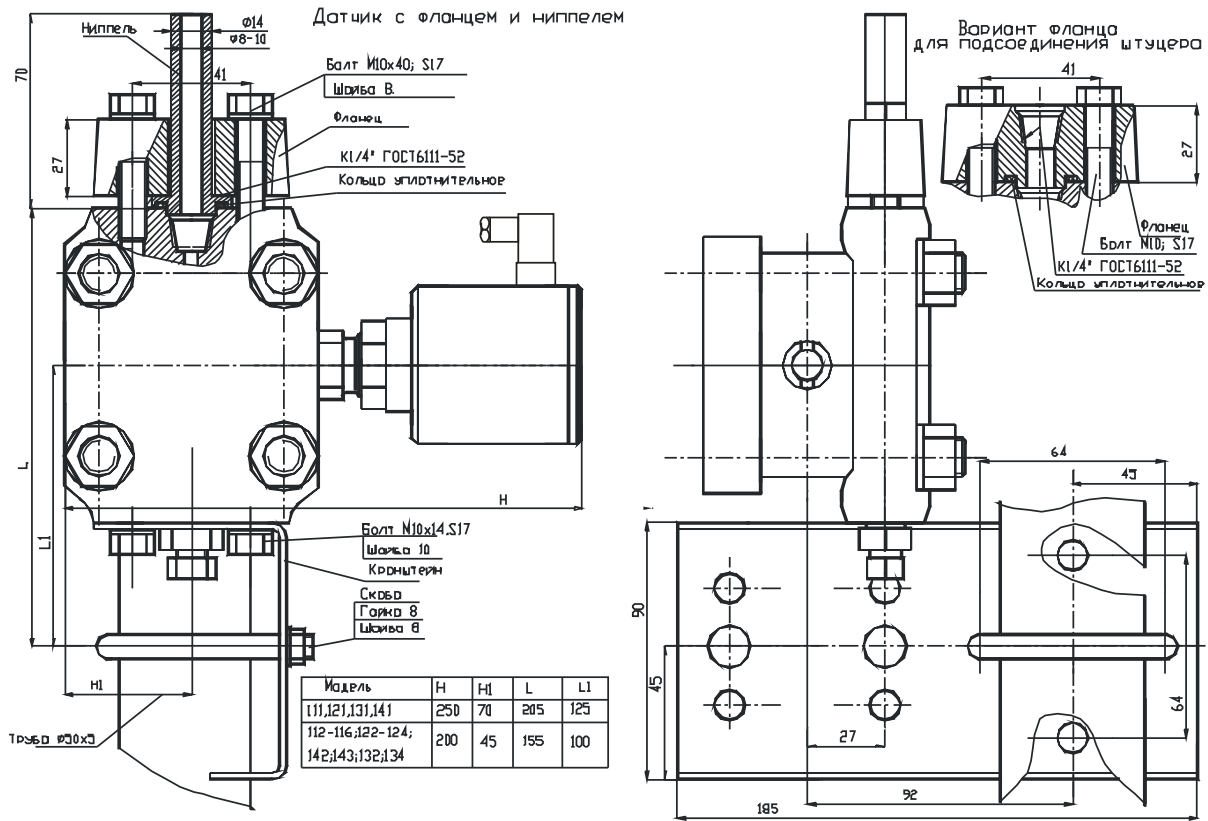


Рис. Г4. Монтажный чертеж датчика КОРУНД-ДД.
 Модели 111-116, 121-124, 131-134, 141-143.

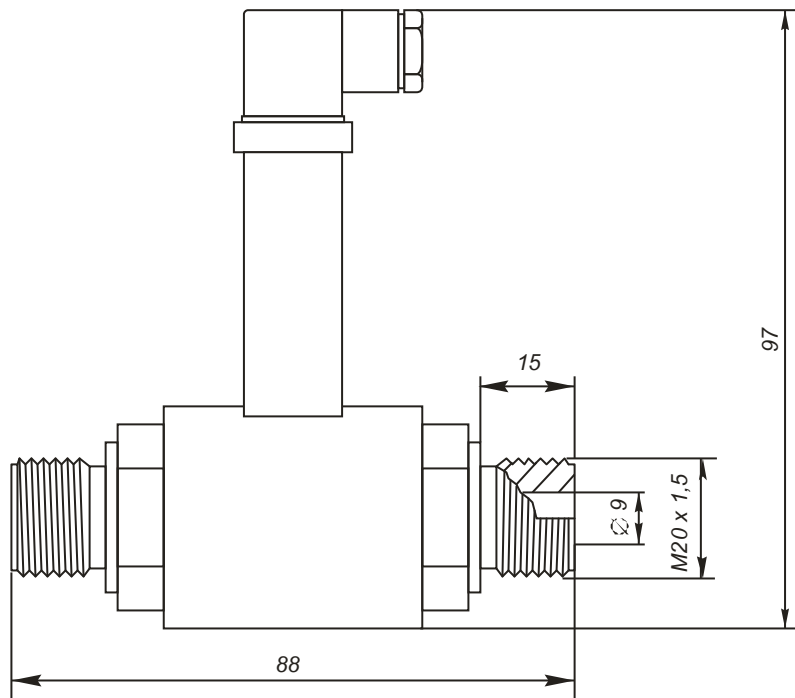


Рис. Г5. Монтажный чертеж малогабаритного датчика разности давлений КОРУНД-ДД-Н
 Модели: 107-108

**СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ДАТЧИКОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ
 ОСНОВНОЙ ПОГРЕШНОСТИ И ВАРИАЦИИ**

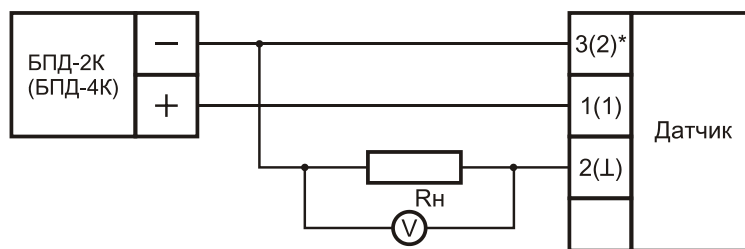


Рис.Д1. Схема подключения датчиков КОРУНД-Дхх-001, КОРУНД-ДД, ДДИ, ДДА, ДДР, ДДИВ с выходным сигналом 0-5 мА, 0-20 мА. (В скобках: номера выводов при использовании трехконтактного коннектора)

Обозначения на рисунках:

V – цифровой вольтметр класса не хуже 0.02, например В7-34

Rн – образцовая катушка сопротивления, например Р331

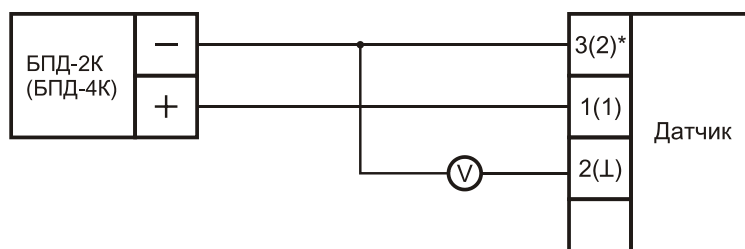


Рис.Д2. Схема подключения датчиков КОРУНД-Дхх-001, КОРУНД-ДД, ДДИ, ДДА, ДДР, ДДИВ с выходным сигналом 0-5 В, 0-10 В.

(В скобках: номера выводов при использовании трехконтактного коннектора)

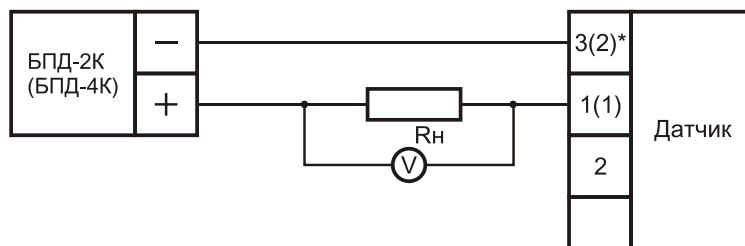


Рис.Д3. Схема подключения датчиков КОРУНД с выходным сигналом 4-20 мА.

(В скобках: номера выводов при использовании трехконтактного коннектора)

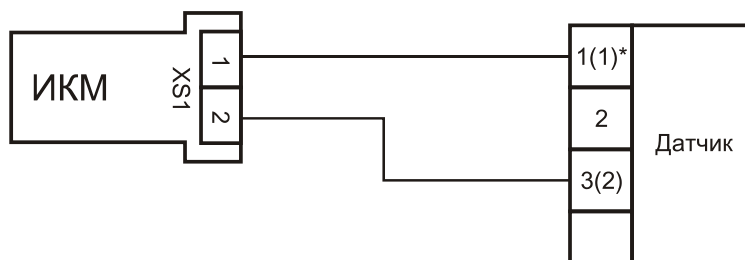


Рис. Д4. Использование измерителя-калибратора КОРУНД-ИКМ для проверки датчика с выходным сигналом 4-20 мА.

(В скобках: номера выводов при использовании трехконтактного коннектора)

**ПЕРЕЧЕНЬ ОБОРУДОВАНИЯ И КОНРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРОВ,
НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПОВЕРКИ ДАТЧИКОВ.**

1. Магазин сопротивлений Р33, ГОСТ23737-79. Класс точности 0,2. Сопротивление до 99999,9 Ом.
2. Цифровой вольтметр Щ1516, ТУ25-04.2787-75. Класс точности 0,015. Верхний предел измерений 5 В.
3. Магазин сопротивлений Р4831, ТУ2504.3919-80. Класс точности 0,02/2. Сопротивление до 11111,1 Ом.
4. Источник постоянного напряжения. Тип Б5-44. ТУ4Е83.233219-78. Напряжение 0-40 В.
5. Манометр грузопоршневой МП-2,5, ГОСТ8291-83. $|\gamma| = 0,05\%$ от измеряемого давления в диапазоне от 25 кПа до 2,5 МПа.
6. Манометр грузопоршневой МП-6, ГОСТ8291-83. $|\gamma| = 0,05\%$ от измеряемого давления в диапазоне от 0,06 до 0,6 МПа.
7. Манометр грузопоршневой МП-60, ГОСТ8291-83. $|\gamma| = 0,05\%$ от измеряемого давления в диапазоне от 0,6 до 6 МПа.
8. Манометр грузопоршневой МП-600, ГОСТ8291-83. $|\gamma| = 0,05\%$ от измеряемого давления в диапазоне от 6 до 60 МПа.
9. Манометр грузопоршневой МП-2500, ГОСТ8291-83. $|\gamma| = 0,05\%$ от измеряемого давления в диапазоне от 25 до 250 МПа.
10. Датчики давления измерительные ИПД. $|\gamma| = 0,06\%$; 0,1%; 0,15% для пределов измерений от 0,16 до 16 МПа.
11. Комплекс для измерения давления цифровой ИПДЦ. $|\gamma| = 0,06\%$; 0,1%; 0,15% для пределов измерений от 0,16 до 16 МПа.
12. Манометр для точных измерений МТИ. $|\gamma| = 1,0\%$. Пределы измерения от 0,25 до 160 МПа.
13. Ампервольтметр Р-386, ТУ2504.1690-77. $|\gamma| = 0,05\%$ (постоянный ток – до 100мА); $|\gamma| = 0,5\%$ (напряжение переменного тока 300 В).
14. Осциллограф электронно-лучевой С1-76, ГОСТ9829-81, чувствительность не ниже 0,2 мВ/см.
15. Мегаомметр М4100/1, ГОСТ23706-79, напряжение 100 В.
16. Термометр стеклянный ртутный. Пределы измерения 0-100 °С. Погрешность не ниже ± 2 °С.
17. Штангельциркуль, ГОСТ166-89. Верхний предел измерения 250 мм. Цена деления 0,1 мм.
18. Климатическая камера 3001. ГДР. Температура от -70 до +90°С, погрешность поддержания температуры 1 °С, относительная влажность до 98%.
19. Камера тепла и холода КТХ 0,4-65/155. Я7М2.708.022 ТУ. Температура от -65 до +155 °С.
20. Осциллограф шлейфовый ГОСТ9829-81. Рабочая частота 200-1000 Гц, чувствительность по току 20 мм/мА.
21. Частотомер 43-36, ТУ ДЛИ2.721.007.

Примечание.

Допускается использование другого испытательного оборудования и образцовых средств измерений, с характеристиками не хуже указанных.