

ОКП 421281

**ДАТЧИКИ
(ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ)
ДАВЛЕНИЯ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО
КОРУНД-ДИГ-001М
(ГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ УРОВНЕМЕРЫ)**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
КТЖЛ. 406233.002.02 РЭ**

2011 г

1. Введение	3
2. Назначение	3
3. Технические данные	3
4. Состав изделия	5
5. Устройство и работа	5
6. Обеспечение искробезопасности датчиков	6
7. Особые условия применения	6
8. Маркировка и пломбирование	6
9. Упаковка	6
10. Общие эксплуатационные ограничения и меры безопасности	6
11. Установка датчиков	7
12. Обеспечение безопасности при эксплуатации датчиков	8
13. Подготовка к работе	8
14. Измерение параметров, регулирование, настройка	9
15. Поверка датчиков	9
16. Техническое обслуживание	13
17. Возможные неисправности и методы их устранения	13
18. Транспортирование и хранение	14
19. Утилизация	14
ПРИЛОЖЕНИЕ А	
Схема составления условного обозначения датчика	16
Комплекты монтажных частей и аксессуары	17
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	
Наименование, модель и основные параметры датчиков	18
ПРИЛОЖЕНИЕ В	
Схемы внешних электрических соединений	19
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	
Габаритные и присоединительные размеры датчиков КОРУНД-ДИГ-001М	20
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	
Схемы подключения датчиков при определении основной погрешности и вариации	21
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	
Перечень оборудования	
и контрольно-измерительных приборов, необходимых для поверки датчиков	22

1. ВВЕДЕНИЕ

Руководство по эксплуатации содержит технические данные, описание принципа действия и устройства, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации датчиков гидростатического давления КОРУНД-ДИГ-001М (далее по тексту - датчиков).

Внешний вид датчика гидростатического давления КОРУНД-ДИГ-001М представлен на рис. 1



Рис.1 Внешний вид датчика давления гидростатического КОРУНД-ДИГ-001М

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Датчики давления КОРУНД-ДИГ-001М представляют собой гидростатические уровнемеры и предназначены для измерения уровня жидкости, находящейся над датчиком. К таким задачам относятся, например:

- контроль уровня заполнения цистерн, газгольдеров и иных открытых емкостей, (работа датчиков давления в сосудах под давлением невозможна);
- контроль уровня вод в реках, озерах, водохранилищах и т.д.;
- контроль уровня подземных вод;
- контроль высоты волн;
- другие виды использования.

2.2. Датчики КОРУНД-ДИГ-001М предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и обеспечивают непрерывное преобразование гидростатического давления жидких сред, неагрессивных к материалам контактирующих изделий (нержавеющие сплавы типа 12Х18Н10Т и 42НХТЮ), в унифицированный токовый выходной сигнал. Датчики предназначены для работы с вторичными контрольно-измерительными, показывающими, регистрирующими, и регулирующими приборами, а также контроллерами и другими устройствами автоматики.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Наименование датчика, пределы измерений, допускаемые давления и погрешности указаны в приложении Б. Датчики (по умолчанию) поставляются с нижним пределом измерения, равным нулю. По предварительно согласованному заказу, нижний предел измерений может быть смещен при сохранении верхнего предела измерений датчика.

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

3.2. По степени защищенности от воздействий пыли и воды датчики имеют исполнения IP68 по ГОСТ 14254-80. Датчики давления гидростатического КОРУНД-ДИГ-001М обладают повышенной коррозионной стойкостью – корпус и штуцер выполнен из стали 12Х18Н10Т.

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

3.4. Датчики с выходным сигналом 4-20 мА выполняются с видом взрывозащиты "Искробезопасная электрическая цепь" с уровнем взрывозащиты "особо взрывобезопасный" или "взрывобезопасный" (маркировка по взрывозащите 1ExibIICT5 X или 0ExiabIICT5 X) по ГОСТ Р 51330.0-99, ГОСТ Р 51330.10-99 и могут быть использованы для взрывобезопасных условий.

3.5. Датчик давления с выходным сигналом 4-20 мА может быть укомплектован цифровым индикатором ИДД, который устанавливается в разрыв линии связи (Рис.2).

3.6. Пределы допускаемой основной погрешности датчиков давления, 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.



Рис.2 Использование датчика давления гидростатического KORUND-DIG-001M с индикатором KORUND-IDD

По желанию Заказчика могут быть выполнены датчики класса 0.1 с рабочим диапазоном температуры окружающей среды +10...+30°C. Дополнительная погрешность датчика давления KORUND-DIG-001M класса 01, вызванная изменением температуры окружающей среды в рабочем диапазоне температур, выраженная в процентах от диапазона изменения выходного сигнала на весь диапазон температур, не должна превышать $\pm 0.07\%$.

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

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

3.9. 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).

3.10. Напряжение питания датчиков KORUND-DIG-001M $U_p=9...36В$, но не менее $U_p=(9+20 \cdot R_n)$, где R_n - сопротивление нагрузки, кОм, включая сопротивление линии связи. Датчики в искробезопасном исполнении имеют напряжение питания 24 В.

3.11. 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 (5-0) мА;
- в пределах от 0 до 1350 Ом - для датчиков с выходным сигналом 4-20 (20-4), 0-20 (20-0) мА;
- для датчиков с выходным сигналом 0-5(5-0)В, 0-10(10-0)В – не менее 1 кОм.

3.12. Сопротивление погружного кабеля составляет 90 Ом/км.

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

3.14. Мощность, потребляемая датчиками с выходным сигналом 0-20 (20-0) мА, 4-20 (20-4) мА, - не более 1 ВА, а с выходными сигналами 0-5(5-0) мА, 0-5(5-0)В, 0-10(10-0)В - не более 0.54 ВА. Мощность, потребляемая датчиками с цифровым выходным сигналом не более 1.5 ВА.

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

3.16. Датчики устойчивы к воздействию температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур от -40°C до +70°C. Датчики выдерживают кратковременное (импульсное, скачкообразное с последующим спадом до рабочих условий) воздействие температуры контролируемой среды в пределах от -50°C до +80°C. При этом погрешность датчика за пределами диапазона рабочих температур не нормируется.

3.17. По устойчивости к механическим воздействиям датчики соответствуют виброустойчивому исполнению V2 по ГОСТ Р 52931-2008. Дополнительная погрешность датчиков от воздействия вибрации не превышает $\pm 0.2\%$ от диапазона изменения выходного сигнала.

3.18. Дополнительная погрешность датчиков, вызванная изменением температуры окружающей среды в рабочем диапазоне температур, не должна превышать значений, указанных в таблице 1 (значения дополнительных погрешностей указаны на весь диапазон рабочих температур).

3.19. Дополнительная погрешность датчика давления, 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 $\pm 0,2\%$.

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

Таблица 1

Основная погрешность, % Диапазон рабочих температур, °С	0.15	0.25	0.5	1.0
0... +50	±0.17	± 0.2	± 0.3	± 0.5
-10... +70	± 0.4	± 0.5	± 0.6	± 0.8
-40... +70	± 0.6	± 1.0	± 1.3	± 1.5

3.22. Дополнительная погрешность датчика давления гидростатического от изменения сопротивления нагрузки, указанного в п.3.7, не превышает 0.1%.

3.23. Сопротивление изоляции электрических цепей датчика относительно корпуса не менее 20 МОм при температуре окружающего воздуха плюс (20± 2)°С.

3.24. Сопротивление изоляции погружного кабеля не менее 500МОм при температуре окружающего воздуха плюс (20± 2)°С.

3.25. 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.

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

3.27. Датчики выдерживают давление перегрузки, указанное в таблице Б.

3.28. Норма средней наработки на отказ датчика - 250000 ч.

4. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

4.1. Комплект поставки датчика указан в таблице 2.

Таблица 2

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Согласно приложению А	Датчик гидростатического давления КОРУНД-ДИГ-001М (модель согласно приложению Б)	1	Поставляется в соответствии с заказом.
КТЖЛ.406233.002.02. РЭ	Руководство по эксплуатации	1	1 экз. на каждые 10 датчиков.
КТЖЛ.406233.002.02. ПС	Паспорт	1	
КТЖЛ. 406233.002.02. КНД	Корректор нуля и диапазона		В соответствии с заказом
.....	Комплект монтажных частей и аксессуаров		В соответствии с табл. А1 приложения А и заказом

4.2. Комплект монтажных частей и аксессуары поставляются в соответствии с таблицей А1 Приложения А.

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА

5.1. Датчик гидростатического давления КОРУНД-ДИГ-001М выполнен в герметичном корпусе из нержавеющей стали. В корпусе датчика расположены мембранный чувствительный элемент и электронный блок, обеспечивающий питание чувствительного элемента, преобразование сигнала чувствительного элемента в нормированный сигнал, компенсирующий температурную погрешность и обеспечивающий защиту датчика от переплюсовки и перенапряжения. Для электрического подключения датчика используется погружной кабель, содержащий электрические проводники и пустотелый капилляр, позволяющий уравнивать давление над измерительной мембраной с атмосферным. Погружной кабель закреплен в датчике через сальниковый ввод, обеспечивающий герметичность заделки кабеля.

5.2. Работа датчика основана на преобразовании измеряемого давления жидкости (избыточного по отношению к атмосферному давлению) 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.

5.3. Электронный блок датчиков КОРУНД-ДИГ-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» и «диапазона» датчика с выходным сигналом 4-20 мА в процессе эксплуатации может быть использован корректор нуля и диапазона КОРУНД-КНД, включаемый в разрыв линии связи, соединяющий датчик с источником питания и нагрузкой.

6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСКРОБЕЗОПАСНОСТИ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ

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:

7.2. 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, БПД-24Ex).

7.3. 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-ДИГ-001М;
- 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 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.

8.4. 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 сохранность 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 отключенном питании.

10.3. 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.

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

10.5. 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.

10.6. 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 дефекты, эксплуатировать категорически запрещено.

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

10.8. Подсоединение и заделка кабеля производится при отключенном питании.

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

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

10.11. **ВНИМАНИЕ! ЭТОГО ДЕЛАТЬ НЕЛЬЗЯ!**



Не пытайтесь выдергивать кабель из датчика!



Не подвергайте датчик ударам!



Не изгибайте погружной кабель с радиусом менее 10см!



Не пытайтесь чистить мембрану механическим воздействием твердыми предметами!

11. УСТАНОВКА ДАТЧИКОВ

11.1. Датчики КОРУНД-ДИГ-001М опускаются в жидкость на необходимую глубину или на дно.

11.2. Датчики КОРУНД-ДИ-001М рекомендуется устанавливать в вертикальном положении защитным колпачком вниз или в горизонтальном положении на дне резервуара. Допускается устанавливать в ином положении, удобном для использования, если этого требуют особые условия эксплуатации.

11.3. Датчик может свободно висеть на погружном кабеле, при длине последнего менее 100м. При погружении на глубину более 100м, датчик и погружной кабель должны быть закреплены на металлическом тросе.

11.3. В случае, если в резервуаре присутствует волнение жидкости, для повышения точности рекомендуется помещать датчик в защитный дренированный объем (Рис.3).

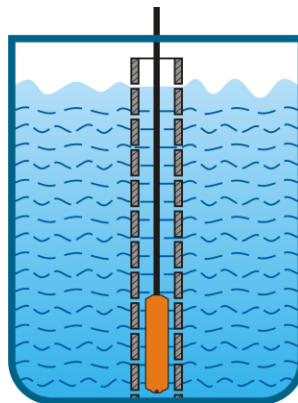


Рис.3 Использование перфорированной трубы для компенсации погрешности, вызванной волнением жидкости.

11.4. Погружной кабель должен быть закреплен надежно и безопасно выше уровня жидкости. При закреплении и проводке погружного кабеля следует обеспечить радиус изгиба погружного кабеля не менее 15см.

11.5. Погружной кабель можно удлинять стандартным электрическим кабелем через монтажную коробку. Монтажная коробка должна обеспечивать атмосферное давление на входе капиллярной трубки, а также защищать капиллярную трубку от попадания в нее пыли и влаги.

11.6. Для эксплуатации датчиков в условиях с отрицательными значениями температуры, необходимо предусмотреть все возможные меры, исключающие замерзание рабочей жидкости в области мембраны датчика.

11.7. Подсоединение проводов линии связи к клеммам монтажной коробки или к погружному кабелю следует производить в соответствии со схемой электрических соединений (см. приложение В) с соблюдением правил раздела 12.

11.8. Удлинение линии связи можно проводить любым типом кабеля с медными проводами сечения не менее 0,35 мм² согласно гл. 7.3. ПУЭ.

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 инструкций, действующие в данной отрасли промышленности, а также другие нормативные документы, определяющие эксплуатацию взрывозащищенного электрооборудования.

12.3. При эксплуатации датчики должны подвергаться периодическому техническому обслуживанию в соответствии с указаниями раздела 16

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 использованием датчика необходимо:

- 1) Внимательно изучить данное руководство по эксплуатации.
- 2) Осмотреть датчик, проверить наличие или отсутствие на нем деформаций или иных повреждений.
- 3) Внимательно осмотреть погружной кабель, убедиться в отсутствии на нем повреждений, проверить заделку кабеля в датчик.
- 4) Изучить паспорт изделия, проверить совпадение номера датчика на корпусе и в паспорте.

13.2. Перед включением датчиков необходимо убедиться в соответствии их установки и подключения

требованиям разделов 10-12.

13.3. 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.

14. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ, РЕГУЛИРОВАНИЕ, НАСТРОЙКА

14.1. Датчик КОРУНД-ДИГ-001М является однопредельным. Измерение параметров производится в соответствии со схемой приложения Д.

14.2. При необходимости, на специально оборудованном стенде можно провести настройку датчика. Для настройки датчика КОРУНД-ДИГ-001М необходим корректор нуля и диапазона КОРУНД-КНД.

14.3. Настройка производится следующим образом.

14.3.1. Снимите с датчика защитный колпачок.

14.3.2. Установите датчик на стенд, задающий калиброванное давление. Резьба штуцера датчика – М16х1,5 мм.

14.3.3. Соберите схему в соответствии с приложением Д.

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

14.3.5. Задайте на входе датчика нижний предел измеряемого давления (разности давлений) и подстройте корректором «нуля» и «диапазона» КОРУНД-КНД соответствующее значение выходного сигнала.

14.3.6. Задайте верхний предел измеряемого давления и, при необходимости, подстройте корректором соответствующее предельное значение выходного сигнала.

14.3.7. Повторите задание нижнего и верхнего пределов давления с целью проверки.

14.3.8. Проверьте основную погрешность датчика в соответствии с приложением Б и, если она выходит за допустимые пределы, повторите настройку по п.п.14.3.5. и 14.3.6.

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

14.4. Для регулирования и настройки датчика КОРУНД-ДИГ-001М можно использовать измеритель-калибратор КОРУНД-ИКМ (рис.4)



Рис.4 Использование измерителя-калибратора КОРУНД-ИКМ

и корректора «нуля» и «диапазона» КОРУНД-КНД для настройки датчика КОРУНД-ДИГ-001М

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, а также после ремонта датчиков и их восстановления (после отказа).

Межповерочный интервал датчиков составляет 2 года для датчиков с пределом основной погрешности 0,15% и 0,25%, и 4 года для датчиков с пределом основной погрешности 0,5% и 1,0%.

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 и погружного кабеля;

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 приборам, 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, погружного кабеля, 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 поверяемого датчика. Систему и датчик считают герметичными, если после трехминутной выдержки под заданным предельным давлением, 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. При этом должны наблюдаться соответствие между давлением и сигналом. 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 датчика при поверке должно соответствовать схемам, указанным в приложениях В и Д.
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 – жидкость, воздух или нейтральный газ;
 - для датчиков с верхним пределом более 0,25Мпа ($2,5 \text{ кгс/см}^2$) – жидкость.
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-ДИГ-001М следует выполнять, настраивая сигнал при «нулевом» избыточном давлении, т.е. подавая в приемную камеру датчика атмосферное давление.
3. Перед установкой проверяемых сигналов датчика, следует подать и сбросить на его входе давление, составляющее 50-100% верхнего предела измерений.

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, 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:

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

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 разряжения 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 удается, - 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:

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

где y - 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 состоит из

1. Профилактических осмотров
2. Периодических проверок
3. Технического освидетельствования

16.2. Профилактические осмотры (ПО) должны выполнять лица, изучившие настоящий документ, прошедшие соответствующий инструктаж и допущенные к выполнению ПО.

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

16.4. Профилактический осмотр состоит из следующих операций:

- 1) Проверка целостности корпуса, погружного кабеля и крепежа;
- 2) Проверка сохранности пломб (если пломбы предусмотрены);
- 3) Проверка наличия маркировки взрывозащиты (относится в взрывозащищенным датчикам);
- 4) Проверка целостности удлиняющего кабеля и его внешних соединений, отсутствия короткого замыкания цепей линии связи.
- 5) 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 $(+25\pm 5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности не более 80%;
- 6) Проверка монтажной коробки, ее целостности, отсутствия внутри грязи, пыли, влаги; обеспечения атмосферного давления внутри коробки, целостность клемм, надежность закрепления проводов в клеммных колодках. Чистка клемм и полостей монтажной коробки от пыли и грязи;
- 7) Проверка прочности крепления погружного кабеля датчика.
- 8) Проверка наличия (отсутствия) грязи под защитным колпачком и в приемном канале датчика, при необходимости – чистка колпачка и приемного канала.

Внимание: При наличии загрязнений, необходимо аккуратно их удалить посредством промывки водой с моющим средством или уайт-спиритом (в зависимости от вида загрязнения). Промывку входного канала датчика проводить посредством спринцевания. Категорически запрещается механически чистить мембрану, а также мыть ее струей под давлением.

9) Проверка и устранение нарушений в соединениях.

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

16.5. Периодичность работ, указанных в п. 16.4, определяется предприятием, но не реже 1 раза в 5 - 7 месяцев, за исключением экстренных случаев.

16.6. Поверка производится в соответствии с п.15 настоящего РЭ.

16.7. 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.

17. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

17.1. Общие указания:

Текущий ремонт датчиков выполняется ремонтной службой изготовителя после сложных отказов, связанных с ремонтом или заменой основных частей датчика.

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 3.

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

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. Загрязнение входного канала датчика. 2.3. Нарушение изоляции линии связи (кабеля). 2.4. Отказ датчика	2.1. Очистить, просушить контакты соединения 2.2. Провести очистку каналов защитного колпачка и датчика. 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 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. Провести очистку каналов защитного колпачка и датчика.

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-ДИГ-001М - 10 - 0,5 - 16кПа - 42 - Exia - T1 - ГД01-ИДД

1 2 3 4 5 6 7 8

1. Наименование датчика
2. Длина погружного кабеля в метрах
3. Допускаемая основная погрешность (по табл. Б1 и Б2 приложения Б)
4. 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.)
5. 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.
6. Взрывобезопасное исполнение (см. п.3.8)
7. Код температурного диапазона: t1 - (0°С...+50°С); t2 - (-10°С...+70°С); t3 - (-40°С...+70°С)
8. Код монтажных частей и аксессуаров (по табл. А1) (в случае заказа нескольких позиций из табл. А1 в схеме заказа они указываются последовательно через тире).

КОМПЛЕКТЫ МОНТАЖНЫХ ЧАСТЕЙ И АКСЕССУАРЫ

Таблица А1

Код Комплекта или название аксессуара	Название КМЧ или аксессуара	Изображение
ГД01	Монтажная коробка с сальниковыми вводами и клеммной колодкой	
ГД02	Кольцо для крепления троса	
ИДД	Индикатор	
КНД	Корректор «нуля» и «диапазона»	
ИКМ	Измеритель-калибратор	

НАИМЕНОВАНИЕ, МОДЕЛЬ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДАТЧИКОВ

Тип	Модель	Ряд верхних пределов измерений (Рв)	Предельное допускаемое давление*	Предел допускаемой основной погрешности, %
КОРУНД-ДИГ-001М	151	6 кПа	X4	0.5; 1.0
	152	10; 16 кПа	X3	0.25; 0.5, 1.0
	153	25; 40 60;100, 160, 250кПа	X2	0.15; 0.25, 0.5; 1.0
	154	0,4; 0,6; 1; 1,6 МПа	X2	0.15; 0.25, 0.5; 1.0
	155	2,5 МПа	X2	0.15; 0.25, 0.5; 1.0

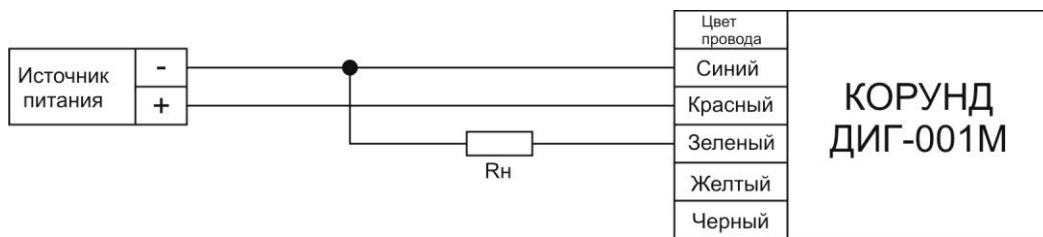
СХЕМЫ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ДАТЧИКОВ

Рис.В1. Схема соединения датчиков КОРУНД с выходным сигналом 0-5 мА, 0-20 мА

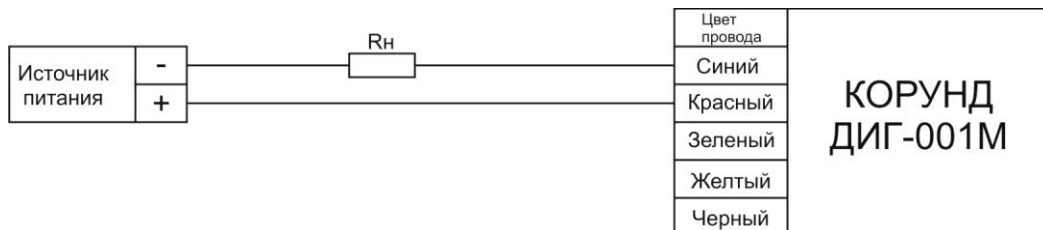


Рис.В2. Схема соединения датчиков КОРУНД с выходным сигналом 4-20 мА.

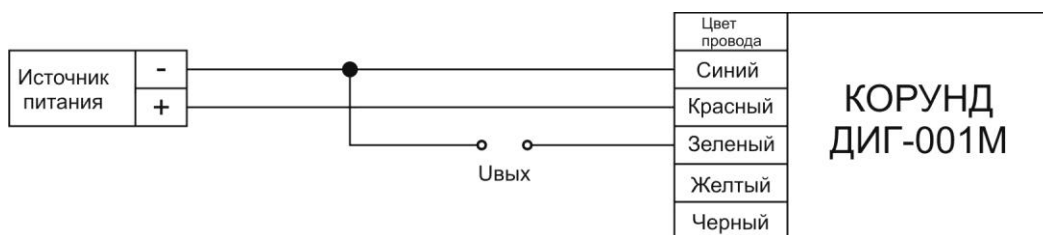


Рис.В3. Схема соединения датчиков КОРУНД с выходным сигналом 0-5В, 0-10В.

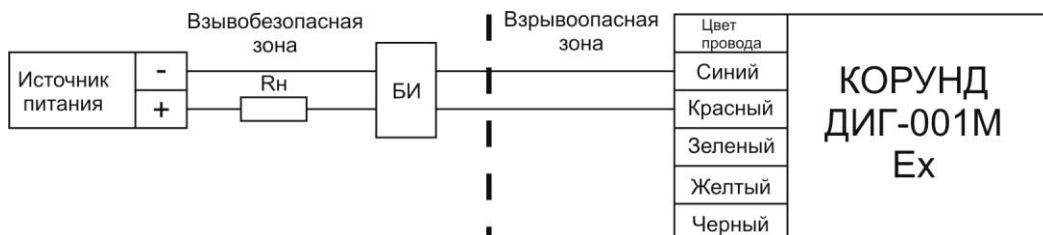


Рис.В4. Схема соединений датчиков КОРУНД искробезопасного исполнения с внешним барьером искрозащиты (БИ).

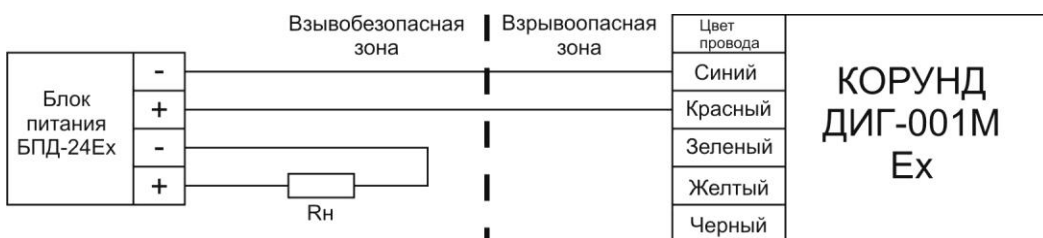
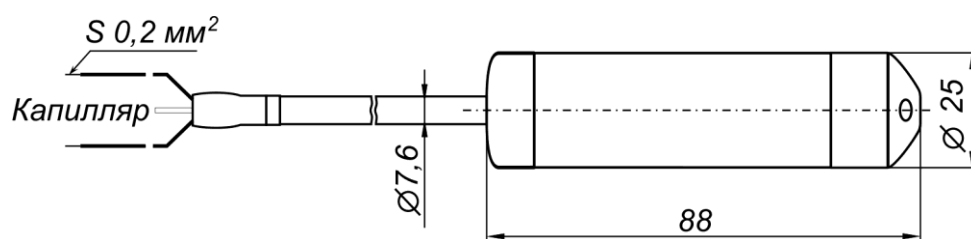


Рис.В5. Схема соединений датчиков КОРУНД искробезопасного исполнения с блоком питания, имеющим встроенный барьер искрозащиты.

Примечание. R_н - нагрузочное сопротивление по п.3.7

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г](#)**ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ДАТЧИКОВ
КОРУНД-ДИГ-001М**

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

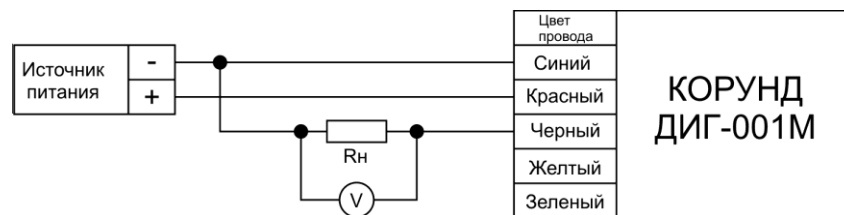


Рис.Д1. Схема подключения датчиков КОРУНД-ДИГ-001М с выходным сигналом 0-5 мА, 0-20 мА.

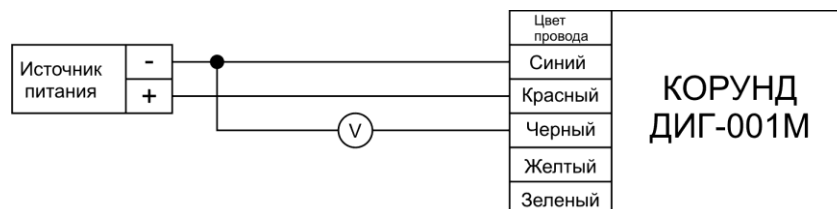


Рис.Д2. Схема подключения датчиков КОРУНД-ДИГ-001М с выходным сигналом 0-5 В, 0-10 В.

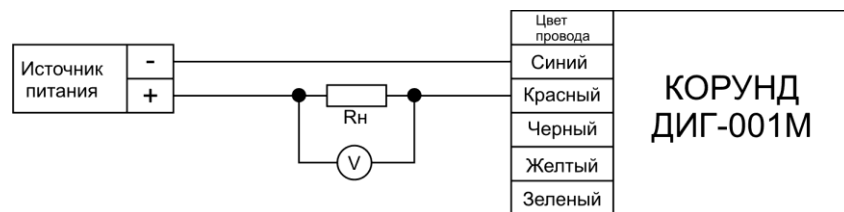


Рис.Д3. Схема подключения датчиков КОРУНД-ДИГ-001М с выходным сигналом 4-20 мА.

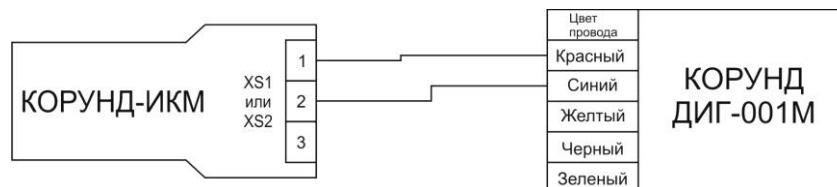


Рис. Д4. Использование измерителя-калибратора КОРУНД-ИКМ для проверки датчика КОРУНД-ДИГ-001М с выходным сигналом 4-20 мА.

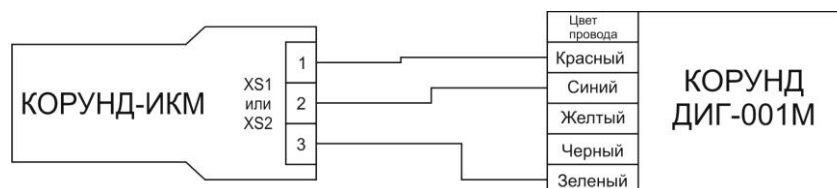


Рис. Д5. Использование измерителя-калибратора КОРУНД-ИКМ для проверки датчика КОРУНД-ДИГ-001М с выходным сигналом 0-5 мА.

Обозначения на рисунках:

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

R_n – образцовая катушка сопротивления, например Р331

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

1. Задатчик давления «Воздух-1600» Класс точности 0,02%. Диапазон задания давления от 0,005 до 16 кПа.
2. Задатчик давления «Воздух-2,5» Класс точности 0,02%. Диапазон задания давления от 2,5 до 250 кПа.
3. Манометр грузопоршневой МП-2,5, ГОСТ8291-83. $|\gamma| = 0,05\%$ от измеряемого давления в диапазоне от 25 кПа до 0,25 МПа.
4. Манометр грузопоршневой МП-6, ГОСТ8291-83. $|\gamma| = 0,05\%$ от измеряемого давления в диапазоне от 0,06 до 0,6 МПа.
5. Манометр грузопоршневой МП-60, ГОСТ8291-83. $|\gamma| = 0,05\%$ от измеряемого давления в диапазоне от 0,6 до 6 МПа.
6. Магазин сопротивлений Р4831, ТУ2504.3919-80. Класс точности 0,02/2. Сопротивление до 11111,1 Ом.
7. Катушка сопротивления Р331, сопротивление 100Ом, класс точности 0,01.
8. Источник постоянного напряжения. Тип Б5-44. ТУ4Е83.233219-78. Напряжение 0-40 В.
9. Цифровой вольтметр Щ1516, ТУ25-04.2787-75. Класс точности 0,015. Верхний предел измерений 5 В.
10. Ампервольтметр Р-386, ТУ2504.1690-77. $|\gamma| = 0,05\%$ (постоянный ток – до 100мА); $|\gamma| = 0,5\%$ (напряжение переменного тока 300 В).
11. Измеритель-калибратор КОРУНД-ИКМ $|\gamma| = 0,05\%$
12. Корректор «нуля» и «диапазона» КОРУНД-КНД

Примечание.

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