



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ВИБРОБИТ»

26.51.66.133

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО НПП «ВИБРОБИТ»

Добряков А.Г.

09

2022 г.



Датчики  
пьезоэлектрические  
ДПЭ22МВУ

Технические условия

ВШПА.421412.100.111 ТУ

Дата введения 01.09.2022  
Без ограничения срока действия

		Подпись	Дата
Разраб.	Зайцев		01.09.22
Пров.	Арушанов		01.09.22
Н.контр.	Демиденко		01.09.22

Лит.	
Листов	32

## Содержание

1	Технические требования.....	5
1.1	Конструктивные требования.....	5
1.2	Основные параметры и характеристики.....	6
1.3	Требования к сырью, материалам, покупным изделиям.....	9
1.4	Комплектность.....	9
1.5	Маркировка.....	9
1.6	Упаковка.....	10
2	Требования безопасности.....	10
2.1	По способу защиты человека от поражения электрическим током.....	10
2.2	Защитное заземление.....	10
2.3	Электрическое сопротивление изоляции.....	10
2.4	Пожаростойкость.....	10
2.5	Обслуживание системы при эксплуатации.....	10
2.6	Защита от случайного прикосновения.....	10
3	Требования охраны окружающей среды.....	10
4	Правила приемки.....	11
4.1	Общие требования.....	11
4.2	Приемочные испытания.....	11
4.3	Испытания в целях утверждения типа.....	11
4.4	Приемо-сдаточные испытания.....	12
4.5	Первичная поверка.....	13
4.6	Периодическая поверка.....	13
4.7	Периодические испытания.....	13
4.8	Контрольные испытания на надежность.....	14
4.9	Типовые испытания.....	14
4.10	Испытания на электромагнитную совместимость.....	14
4.11	Испытания на сейсмостойкость.....	14
4.12	Климатические испытания.....	14
4.13	Испытания на степень защиты оболочки.....	14
4.14	Испытания на воздействие внешних факторов в гермооболочке.....	15
5	Методы контроля и испытаний.....	15
5.1	Проверка на соответствие конструкторской документации.....	15
5.2	Проверка основных параметров и метрологических характеристик.....	16
5.3	Испытание датчиков в упаковке.....	23
5.4	Проверка степени защиты узлов.....	23
5.5	Проверка резонансной частоты пьезоэлектрического вибропреобразователя.....	23
5.6	Испытания на электромагнитную совместимость.....	23
5.7	Испытания на сейсмостойкость.....	23
5.8	Климатические испытания.....	24
5.9	Испытания на воздействие внешних факторов в гермооболочке.....	24
5.10	Проверка надежности датчиков.....	24
6	Транспортирование и хранение.....	25
6.1	Транспортирование датчиков.....	25
6.2	Хранение датчиков.....	25
7	Указания по эксплуатации.....	25
8	Гарантии изготовителя.....	25
	Приложение А.....	26
	Приложение Б.....	27
	Приложение В.....	28
	Приложение Г.....	29
	Приложение Д.....	31
	Лист регистрации изменений.....	32

Настоящие технические условия распространяются на датчики пьезоэлектрические ДПЭ22МВУ (далее - Датчики), предназначенные для непрерывного стационарного измерения, контроля, мониторинга, параметров вибрации, паровых, газовых и гидравлических турбин, турбокомпрессоров, центробежных насосов и других машин во время их эксплуатации по ГОСТ Р 55265.2 в условиях умеренного, холодного и тропического климата.

Датчики измеряют и контролируют мгновенное значение виброускорения, предназначены для подключения к соответствующим контроллерам (модулям) для дальнейшей обработки и контроля уровня вибрации.

По режиму работы датчики рассчитаны на длительное функционирование в непрерывном рабочем режиме без постоянного обслуживания с проведением регламентных работ в период плановых остановок контролируемого оборудования.

Датчики изготавливаются и поставляются заказчику по спецификации:

- сборочными единицами;
- комплектами (с крепежными и монтажными принадлежностями).

Запись узлов (датчиков) в документации и при заказе должна состоять из наименования, кода исполнения, обозначения изделия и ТУ в соответствии с приложением Б.

Пример записи при заказе:

Датчик пьезоэлектрический ДПЭ22МВУ	-	А*140*10Ир	ВШПА.421412.1261-620	ВШПА.421412.100.111 ТУ
<b>1</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

1. Наименование изделия с номером модификации;
2. Основной код исполнения изделия;
3. Обозначение изделия (номер исполнения уточняется по запросу);
4. Технические условия.

## 1 Технические требования

Датчики должны соответствовать требованиям настоящих технических условий согласно ГОСТ 25804.1, ГОСТ 25275, ГОСТ 30296, ГОСТ ИСО 2954, ГОСТ 29075, СТО 1.1.1.07.001.0675.

Таблица 1 - Перечень датчиков

Наименование изделия		Обозначение	Примечание
Тип	Исполнение		
ДПЭ22МВУ	А*140	ВШПА.421412.1261-620	Измерение мгновенного виброускорения, частотный диапазон (2-10 000) Гц, усилитель внешний, тип корпуса датчика ТЗМ4, выходной сигнал 1-5 мА
ДПЭ22МВУ	В*140	ВШПА.421412.1261-621	то же, выходной сигнал 4-20 мА
Примечания			
1. Тип корпуса датчика ТЗМ4 - треугольный фланец, (33x33x36) мм, крепление тремя винтами М4.			

### 1.1 Конструктивные требования

1.1.1 Внешний вид узлов должен соответствовать сборочным чертежам и не должен иметь дефектов наружной отделки.

1.1.2 Размеры, материалы, покрытия деталей должны соответствовать чертежам.

1.1.3 Габаритные размеры и масса не должны превышать значений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 - Габаритные размеры и масса датчиков

Тип датчика	Габаритный размер пьезопреобразователя, мм, не более	Габаритный размер внешнего усилителя, мм, не более	Длина кабеля датчика, м <sup>4)</sup>	Масса, кг, не более
ДПЭ22МВУ	33x33x36 <sup>1)</sup>	101x62x30	от 3 до 10	2,00; 0,10 <sup>2)</sup>
Примечания				
1. Размеры пьезоэлектрического преобразователя без учета защитного резинового колпака.				
2. Масса пьезоэлектрического вибропреобразователя без кабеля.				
3. Допускается изготовление исполнений датчиков с другими длинами кабелей по требованиям заказчика.				

## 1.2 Основные параметры и характеристики

### 1.2.1 Основные параметры и характеристики датчиков

В таблице 3 приведены максимальные значения диапазонов измерений. Конструкция датчиков позволяет измерять значения параметров вибрации для меньших диапазонов в указанных пределах.

Таблица 3 - Основные параметры и характеристики датчиков пьезоэлектрических ДПЭ22МВУ

Наименование параметра	Норма	
Диапазон измерения СКЗ виброускорения (А), м/с <sup>2</sup> <sup>1)</sup> – минимальное значение – максимальное значение, а <sub>max</sub> , включ.	0,5 140 <sup>1)</sup>	
Диапазон рабочих частот, Гц	от 2 до 5 000	
Номинальное значение коэффициента преобразования на базовой частоте, К <sub>пр</sub> , при а <sub>max</sub> =140 м/с <sup>2</sup> , мкА/(м·с <sup>-2</sup> ): – исполнение А (выходной сигнал от 1 до 5 мА); – исполнение В (выходной сигнал от 4 до 20 мА).	10 <sup>1)</sup> 40 <sup>1)</sup>	
Пределы отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте, %	±2,5	
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений виброускорения на базовой частоте, %	±2,5	
Пределы нелинейности амплитудной характеристики на базовой частоте, %	±2,5	
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в диапазонах частот, %: – от 2 до 5 включ. Гц; – св. 5 до 5 000 включ. Гц.	от -15 до 5 ±5	
Базовая частота, Гц	40	
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %	±2,5	
Диапазон рабочей температуры окружающей среды (от и до включ.), °С – для пьезоэлектрического вибропреобразователя – для внешнего усилителя	от -40 до +180 от -40 до +85	
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения, вызванной изменением температуры окружающего воздуха, в диапазоне рабочих температур, %	±7,0	
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной влиянием переменного магнитного поля промышленной частоты, %	±0,5	
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения, вызванной влиянием относительной влажности, %	±1,0	
Уровень собственных шумов ниже минимального значения диапазона измерений, дБ, не менее	20	
Резонансная частота пьезоэлектрического вибропреобразователя, не менее, кГц	20	
Тип выхода, сигнал тока, мА	от 1 до 5	от 4 до 20
Уровень постоянной составляющей выходного сигнала, мА	3 ± 0,1	12 ± 0,3
Сопротивление нагрузки по выходу, не более, Ом	402	200
Диапазон напряжений питания, В	от +18 до +36	
Ток потребления, мА, не более	35	
Длина кабеля, м	от 3 до 10 <sup>3)</sup>	
Масса, кг, не более	0,1 <sup>4)</sup> 2,0	
Габаритные размеры, мм	33x33x36 <sup>4)</sup> 101x62x30 <sup>5)</sup>	
<sup>1)</sup> Допускается изготовление с другими диапазонами по требованию заказчика, при этом номинальный коэффициент преобразования, мкА/(м·с <sup>-2</sup> ) для: – исполнение А К <sub>пр</sub> = 1400/ а <sub>max</sub> ; – исполнение В К <sub>пр</sub> = 5600/ а <sub>max</sub> . <sup>2)</sup> Фактический диапазон рабочих частот датчиков составляет от 2 до 10 000 Гц. Неравномерность АЧХ в диапазоне частот		

Наименование параметра	Норма
св. 5 000 до 10 000 Гц составляет от -15 % до 15 %. По запросу заказчика в диапазоне рабочих частот св. 5 000 до 10 000 Гц может быть выполнена калибровка. <sup>3)</sup> По требованию заказчика допускается изготовление исполнений датчика с другими длинами кабелей в указанном диапазоне. <sup>4)</sup> Размеры и масса пьезоэлектрического преобразователя без кабеля. <sup>5)</sup> Размеры усилителя.	

## 1.2.2 Требования стойкости к внешним воздействиям и живучести

1.2.2.1 Вид климатического исполнения при нормальной эксплуатации по ГОСТ 15150 - УХЛ1, Т1. Тип атмосферы при эксплуатации по ГОСТ 15150 - II, III.

1.2.2.2 Датчики должны быть устойчивы к воздействию пыли в соответствии с ГОСТ 15150. Система должна быть работоспособна при запыленности воздуха, не превышающей  $10^5$  шт/дм<sup>3</sup> при размерах частиц не более 3 мкм.

1.2.2.3 Датчики всех типов должны сохранять свои характеристики при воздействии переменного магнитного поля сетевой частоты с напряженностью до 400 А/м.

1.2.2.4 Датчики должны соответствовать требованиям по обеспечению электромагнитной совместимости ГОСТ 32137 для III группы исполнения по устойчивости к:

- микросекундным импульсным помехам большой энергии по ГОСТ Р 51317.4.5;
- наносекундным импульсным помехам по ГОСТ 30804.4.4;
- электростатическим разрядам по ГОСТ 30804.4.2;
- токам кратковременных синусоидальных помех частотой 50 Гц в цепях защитного и сигнального заземления по ГОСТ 32137;
- микросекундным импульсным токам помех в цепях защитного и сигнального заземления по ГОСТ 32137;
- магнитному полю промышленной частоты по ГОСТ Р 50648;
- импульсному магнитному полю по ГОСТ Р 50649;
- радиочастотному электромагнитному полю по ГОСТ Р 51317.4.3.

Критерии функционирования – А при электромагнитной обстановке средней жесткости по ГОСТ 32137.

1.2.2.5 Датчики должны сохранять свои характеристики при относительной влажности до 95 % и температуре плюс 35 °С (и ниже) без конденсации влаги.

1.2.2.6 Датчики должны сохранять свои характеристики в диапазоне атмосферного давления от 630 до 800 мм рт.ст.

1.2.2.7 Время готовности (прогрева) датчиков не должно превышать 3 минут, режим работы – непрерывный.

1.2.2.8 По устойчивости к внешним воздействующим факторам датчики соответствуют номинальным значениям по ГОСТ 30631 для группы М5

1.2.2.9 Датчики имеют герметичную конструкцию и устойчивы к воздействию паров и брызг воды, турбинного масла и жидкости ОМТИ.

1.2.2.10 Степень защиты по ГОСТ 14254 должна соответствовать:

- пьезоэлектрического вибропреобразователя - IP67;
- внешнего усилителя — IP32.

1.2.2.11 Консервация датчиков при длительном хранении не требуется. Длительное хранение производится в упакованном виде, желательно в таре предприятия, в отопляемых помещениях с условиями 1 (Л) по ГОСТ 15150. Срок сохраняемости системы 3 года.

1.2.2.12 В зависимости от дефекта датчики могут быть неремонтопригодными. Датчики взаимозаменяемы в пределах технических и метрологических характеристик.

1.2.2.13 Среднее время восстановления работоспособности при эксплуатации не более 0,5 часа.

Восстановление работоспособности производится заменой отказавших узлов рабочими из комплекта запасных частей, инструментов и принадлежностей (ЗИП).

1.2.2.14 Нормы промышленных радиопомех соответствуют классу А группа 1 по ГОСТ Р 51318.11.

1.2.2.15 Средний срок службы не менее 10 лет, а при поставке на объекты использования атомной энергии - не менее 15 лет.

1.2.3 Специальные требования при поставке на объекты использования атомной энергии

1.2.3.1 При условии применения на объекте использования атомной энергии в качестве элементов объекта использования атомной энергии датчики относятся к классу безопасности 2, 3 или 4 в соответствии с федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии.

1.2.3.2 Группа условий эксплуатации 1.3 изделий на атомных электростанциях (АЭС) согласно СТО 1.1.1.07.001.0675.

1.2.3.3 При поставке на объекты атомной энергетики датчики должны быть устойчивы к воздействию синусоидальной вибрации в соответствии с ГОСТ 29075 – ускорение  $9,8 \text{ м/с}^2$  (1 g), частота от 1 до 120 Гц, амплитуда перемещений на частотах от 10 до 20 Гц – 1 мм.

1.2.3.4 Датчики по сейсмостойкости должны относиться к категории II по НП-031-01.

1.2.3.5 Датчики должны быть устойчивы к воздействию однократного землетрясения интенсивностью до 8 баллов включительно по шкале MSK – 64 при уровне установки над нулевой отметкой до 20 м.

1.2.3.6 Датчики должны быть устойчивы к воздействию дезактивирующих сред.

1.2.3.7 Датчики должны сохранять свою работоспособность при орошении их раствором борной кислоты с концентрацией до 16 г/кг, содержащим 150 мг/кг гидразингидрата и 2 г/кг калия.

1.2.3.8 Датчики, располагаемые в гермооболочке, должны сохранять работоспособность при следующих значениях параметров окружающей среды:

- давление абсолютное, МПа - до 0,560;
- температура, °С - от 15 до 115;
- объемная активность, Бк/м<sup>3</sup> – до  $5,5 \cdot 10^9$ ;
- относительная влажность, % - до 90 или парогазовая смесь;
- мощность поглощения дозы, Гр/с – до  $2,8 \cdot 10^{-4}$ ;
- время существования режима, ч – до 15;
- частота возникновения режима – 1 раз в год.

1.2.4 Требования к надежности

1.2.4.1 Средняя наработка на отказ  $T_{\text{нр}}(\text{расчетное})$  не менее 150 000 часов/

1.2.4.2 Вероятность безотказной работы за 10 000 часов (расчетное) не менее 0,90.

1.2.5 Требования эргономики

1.2.5.1 Датчики выполнены в соответствии с требованиями технической эстетики, определяемыми рациональностью компоновки составных частей и сборки, удобству технического обслуживания, качеством оформления, отделки и окраски.

1.2.6 Требования технологичности

1.2.6.1 Конструкторская и эксплуатационная документация обеспечивает изготовление и техническое обслуживание датчиков.

### 1.3 Требования к сырью, материалам, покупным изделиям

1.3.1 Сырье, материалы, покупные изделия, используемые при изготовлении датчиков, должны соответствовать паспортам, сертификатам или иным документам, подтверждающим их соответствие установленным требованиям.

### 1.4 Комплектность

1.4.1 Датчики поставляются сборочными единицами.

1.4.2 Комплектность определяется заказчиком.

1.4.3 Комплектность поставляемых датчиков указывается в формуляре ВШПА.421412.100.111.ХХХ ФО или паспорте ВШПА.421412.ХХХ.1261 ПС, где ХХХ – порядковый номер проекта, заказа или обозначение изделия.

1.4.4 В состав комплекта входят руководство по эксплуатации ВШПА.421412.100.111 РЭ, методика поверки МП 204/3-24-2023 и свидетельство о поверке средств измерений.

### 1.5 Маркировка

1.5.1 Маркировка наносится непосредственно на сборочных единицах и других доступных местах.

1.5.1.1 Маркировка содержит:

- товарный знак предприятия;
- тип (условное обозначение) сборочной единицы;
- заводской номер и год выпуска;
- вариант исполнения сборочной единицы, диапазоны измерения, выходной сигнал;
- знак утверждения типа.

1.5.1.2 Присвоение заводских номеров узлов выполняется по следующей системе:

- структура заводского номера NNNN-YY. Где NNNN - порядковый номер (включая незначащие нули); YY - две последние цифры года, в который производилось изготовления узла. Например: 0012-22;
- нумерация NNNN с 01 января каждого календарного года должна начинаться со значения 0001-YY.

счетчик нумерации NNNN ведется индивидуально для каждого типа узлов из таблицы 1. Т.е. датчики разного типа, имеют собственные счетчики нумерации.

1.5.1.3 Способ нанесения маркировки сборочных узлов определяется условиями эксплуатации и указывается в чертежах.

1.5.1.4 Способ нанесения маркировки должен обеспечивать ее сохранность при длительной эксплуатации.

1.5.1.5 Знак утверждения типа наносится на технической документации (руководство по эксплуатации, формуляр, паспорт).

1.5.1.6 Товарный знак может быть заменен юридическим наименованием предприятия в краткой форме.

1.5.2 Маркировка транспортной тары по ГОСТ 14192.

Манипуляционные знаки №1, №3, №11, (№14, №19) наносятся в верхнем левом углу на двух соседних сторонах ящика.

## **1.6 Упаковка**

1.6.1 Датчики упаковываются в коробки из гофрированного картона.

1.6.2 Сборочные узлы в упаковке упаковываются в ящики, изготовленные по чертежам предприятия-изготовителя. Внутренние поверхности тары выстилаются водонепроницаемой бумагой. Свободный объем в ящике заполняется амортизационными материалами.

1.6.3 Эксплуатационная документация упаковывается в чехлы из полиэтиленовой пленки.

1.6.4 По требованию заказчика (при согласовании) упаковка датчиков должна обеспечивать хранение на открытом воздухе и защищать от проникновения атмосферных осадков и аэрозолей, брызг воды, пыли, песка, солнечной ультрафиолетовой радиации и ограничивать проникновение водяных паров и газов.

## **2 Требования безопасности**

### **2.1 По способу защиты человека от поражения электрическим током**

2.1.1 По способу защиты человека от поражения электрическим током датчики соответствуют классам защиты по ГОСТ 12.2.007.0 – класс III;

### **2.2 Защитное заземление**

2.2.1 Подключение датчиков к защитному заземлению не требуется.

### **2.3 Электрическое сопротивление изоляции**

2.3.1 Электрическое сопротивление изоляции датчиков всех типов относительно корпуса не менее 100,0 МОм.

Примечание: При измерении электрического сопротивления изоляции датчиков применять мегомметр, с рабочим напряжением не более 100 В.

### **2.4 Пожаростойкость**

2.4.1 Датчики должны быть пожаростойкими, не быть источником возгорания и соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0 и ГОСТ 12.1.004 с вероятностью возникновения пожара не более  $10^{-6}$  в год на одно изделие. При любых возникающих в изделиях неисправностях они не должны быть источником возгорания.

### **2.5 Обслуживание системы при эксплуатации**

2.5.1 Обслуживание датчиков при эксплуатации должно производиться по «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок».

### **2.6 Защита от случайного прикосновения**

2.6.1 Все токоведущие цепи датчиков должны иметь защиту от случайного прикосновения.

## **3 Требования охраны окружающей среды**

3.1 Датчики не содержат веществ вредных для здоровья человека и окружающей природной среды.

## 4 Правила приемки

### 4.1 Общие требования

4.1.1 Датчики должны подвергаться следующим испытаниям:

- приемочным;
- в целях утверждения типа;
- приемо-сдаточным;
- первичной и периодической поверке;
- периодическим;
- на надежность;
- типовым;
- на электромагнитную совместимость;
- на сейсмостойкость;
- климатические;
- на степень защиты оболочки;
- на воздействие внешних факторов в гермооболочке.

4.1.2 На момент предъявления оборудования должны быть завершены и документально оформлены все необходимые виды испытаний по ГОСТ 15.301 «Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство», ГОСТ 15.309 «Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения». Испытания проводить по соответствующим «Программам и методикам испытаний», разработанным в соответствии с требованиями ГОСТ 2.106 «Единая система конструкторской документации. Текстовые документы» и согласованным в установленном порядке.

4.1.3 Контроль за изготовлением и приемка оборудования на соответствие требованиям рабочей конструкторской документации, технологических процессов и настоящего ТУ должны осуществляться отделом технического контроля (ОТК) предприятия-изготовителя и уполномоченной организацией (УО).

4.1.4 Требования к приемке при поставке на объекты использования атомной энергии

4.1.4.1 Оценка соответствия в форме приемки должна производиться в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50.06.01

4.1.4.2 Контроль за изготовлением и приемка оборудования осуществляться по ГОСТ Р 50.06.01.

### 4.2 Приемочные испытания

4.2.1 Приемочные испытания проводятся в соответствии с ГОСТ Р 15.301

4.2.2 Приемочные испытания проводятся предприятием изготовителем, а при необходимости могут привлекаться аккредитованные лаборатории. Результаты приемочных испытаний оформляются протоколами.

4.2.3 Для проведения приемочных испытаний назначается комиссия. В комиссии участвуют представители изготовителя, заказчика (в случае наличия) и участники работ в соответствии с ГОСТ Р 50.06.01 при поставке на объекты использования атомной энергии.

### 4.3 Испытания в целях утверждения типа

4.3.1 Испытания в целях утверждения типа проводятся юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, аккредитованными в установленном порядке на право проведения испытаний средств измерений в целях утверждения типа в соответствии с утвержденными областями аккредитации. Порядок проведения испытаний определяется положениями нормативно-правовых актов в области обеспечения единства измерений.

#### 4.4 Прием-сдаточные испытания

4.4.1 После изготовления и наладки узлы системы должны пройти приработку. Приработка производится непрерывно или периодически, но не менее 8 часов в день. Продолжительность приработки не менее 120 часов.

4.4.2 Прием-сдаточным испытаниям подвергается каждое изделие.

4.4.3 Прием-сдаточные испытания проводятся предприятием изготовителем. Результаты прием-сдаточных испытаний оформляются протоколами. Объем и последовательность испытаний указаны в таблице 4.

Таблица 4 - Объем и последовательность испытаний

Наименование контроля и испытаний	Номера пунктов настоящего ТУ		Вид испытания		Первичная, периодическая проверка
	Раздел «Технические требования»	Раздел «Методы контроля и испытаний»	Прием-сдаточные	Периодические	
1 Проверка внешнего вида и на соответствие конструкторской документации	1.1.1 -1.1.3 1.4.3 1.5.1	5.1.1 5.1.2	+	+	+
2 Проверка диапазона измерения, определение основной погрешности измерения, нелинейности амплитудной характеристики и отклонение коэффициента преобразования от номинального значения	1.2.1	5.2.3	+	+	+
3 Проверка диапазона частот измерения, определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	1.2.1	5.2.4	+	+	+
4 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования	1.2.1	5.2.5	-	+	-
5 Определение уровня собственных шумов	1.2.1	5.2.6	+	+	-
6 Проверка электрического сопротивления изоляции датчиков	2.3.1	5.2.8	+	+	+
7 Испытание на воздействие внешних магнитных полей, определение допускаемой дополнительной погрешности измерения	1.2.1 1.2.2.3	5.2.9	-	+	-
8 Испытание на воздействие повышенной (пониженной) температуры, соответствующей рабочим условиям, определение относительной погрешности измерения в диапазоне рабочих температур	1.2.1	5.2.10	-	+	-
9 Испытание на воздействие повышенной влажности, определение допускаемой дополнительной погрешности измерения	1.2.1 1.2.2.5	5.2.11	-	+	-
10 Проверка времени прогрева датчиков	1.2.2.7	5.2.12	+	+	-
11 Проверка влияния напряжения и тока источника питания на основную погрешность измерения	1.2.1	5.2.13	+	+	-
12 Проверка тока потребления и уровня постоянной составляющей в выходном сигнале датчиков	1.2.1	5.2.7	+	+	-
13 Проверка степени защиты узлов	1.2.2.10	5.4	-	+	-
14 Испытание в упаковке на воздействие транспортной тряски	6.1.2	5.3.2	-	+	-
15 Испытание в упаковке на воздействие (повышенной) пониженной температуры	6.1.2	5.3.1	-	+	-
16 Проверка резонансной частоты пьезоэлектрического вибропреобразователя	1.2.1	5.5	-	+	-
17 Испытание на электромагнитную совместимость <sup>1)</sup>	1.2.2.4	5.6	-	-	-
18 Испытания на сейсмостойкость <sup>1)</sup>	1.2.2.4 1.2.3.5	5.7	-	-	-
19 Климатические испытания <sup>1)</sup>	1.2.2.1	5.8	-	-	-

Наименование контроля и испытаний	Номера пунктов настоящего ТУ		Вид испытания		Первичная, периодическая поверка
	Раздел «Технические требования»	Раздел «Методы контроля и испытаний»	Приемо-сдаточные	Периодические	
20 Испытания на надежность <sup>1)</sup>	1.2.4	5.10	-	-	-
Примечания:					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проводятся только при приемочных испытаниях по требованию заказчика</li> <li>2. Знак «+» означает проведение испытаний</li> <li>3. Знак «-» означает испытания не проводятся</li> <li>4. Разрешается проводить испытания в другой последовательности.</li> </ol>					

#### 4.5 Первичная поверка

4.5.1 Первичной поверке подвергаются датчики, прошедшие приемо-сдаточные испытания.

4.5.2 Первичная поверка должна проводиться аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями. В протоколах и формулярах датчики, прошедшей первичную поверку, должны быть сделаны соответствующие записи с подписями ответственных исполнителей.

4.5.3 Поверка датчиков проводится в соответствии с методикой поверки МП 204/3-24-2023.

#### 4.6 Периодическая поверка

4.6.1 Периодическая поверка проводится аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями не реже одного раза в два года (межповерочный интервал).

4.6.2 При проведении периодической поверки производятся операции поверки и применяются средства поверки, указанные в методике поверки МП 204/3-24-2023.

4.6.3 Результаты периодической поверки оформляются протоколами, свидетельством, утвержденными в соответствующем порядке или вносятся в формуляр.

#### 4.7 Периодические испытания

4.7.1 Периодические испытания проводятся предприятием изготовителем.

4.7.2 Периодические испытания должны проводиться не реже одного раза в три года.

4.7.3 Периодическим испытаниям подвергается не менее трех случайно выбранных датчиков, из числа прошедших первичную поверку или приемо-сдаточные испытания. Отбор комплектов датчиков для периодических испытаний проводится предприятием изготовителем и оформляется актом.

4.7.4 Если при контроле или испытаниях обнаружится несоответствие хотя бы одному требованию (пункту) настоящих ТУ, то дальнейшие испытания не проводятся до устранения дефекта и продолжаются после повторного, успешного испытания по данному пункту на удвоенном количестве выборки. Результаты повторных испытаний являются окончательными.

#### 4.8 Контрольные испытания на надежность

4.8.1 Контрольные испытания на надежность заключаются в проведении испытаний на безотказность - контролю средней наработки на отказ. Испытания проводятся один раз в четыре года на этапе серийного производства. Испытаниям подвергаются устройства, прошедшие первичную поверку. Испытания производятся последовательным контролем с заменой отказавших узлов в соответствии с ГОСТ Р 27.403 методом определения средней наработки на отказ.

##### 4.8.2 Исходные данные:

- закон распределения времени безотказной работы экспоненциальный;
- значение приемочного уровня  $P\alpha = 0,91$ ;
- разрешающий коэффициент  $D = 2$ ;
- заданное значение риска поставщика (изготовителя)  $\alpha=0,2$ ;
- заданное значение риска потребителя (заказчика)  $\beta=0,2$ .

4.8.3 Допускается проведение испытаний в условиях эксплуатации.

#### 4.9 Типовые испытания

4.9.1 Типовые испытания проводятся во всех случаях, когда вносятся изменения в конструкцию, материалы или технологию изготовления, влияющие на метрологические и технические характеристики или работоспособность.

#### 4.10 Испытания на электромагнитную совместимость

4.10.1 Испытания на электромагнитную совместимость проводят в аккредитованных лабораториях на соответствие ГОСТ 32137 (группа исполнения III, обстановка средней жесткости испытаний, критерий качества функционирования – А) по методикам, описанным в ГОСТ 32137.

4.10.2 В объем испытаний на электромагнитную совместимость входят испытания на соответствие требованиям пункта 1.2.2.4 .

4.10.3 Результаты испытаний на электромагнитную совместимость должны быть оформлены протоколом или актом.

#### 4.11 Испытания на сейсмостойкость

4.11.1 Испытания на сейсмостойкость (на соответствие II категории по НП-031 в части воздействия сейсмостойкости при воздействии землетрясения интенсивностью 8 баллов по шкале MSK-64 на высотной отметке 20 метров) проводят в аккредитованных лабораториях, в соответствии с методом 102- 1 ГОСТ 30630.1.2.

4.11.2 Результаты испытаний на сейсмостойкость должны быть оформлены протоколом или актом.

#### 4.12 Климатические испытания

4.12.1 Испытания на подтверждение условий эксплуатации в части климатического исполнения, устойчивости изделий к воздействию коррозионно-активных агентов в атмосфере и запыленности воздуха проводят в специализированных лабораториях, имеющих соответствующее оборудование.

4.12.2 Испытания проводят по отдельной программе и методике испытаний по ГОСТ 15150.

4.12.3 Результаты испытаний должны быть оформлены протоколом или актом.

#### 4.13 Испытания на степень защиты оболочки

4.13.1 Испытания на подтверждение степени защиты оболочки проводят в специализированных лабораториях, имеющих соответствующее оборудование.

4.13.2 Испытания проводят по отдельной программе и методике испытаний по ГОСТ 14254.

4.13.3 Результаты испытаний должны быть оформлены протоколом или актом.

#### 4.14 Испытания на воздействие внешних факторов в гермооболочке

4.14.1 Испытания на воздействие внешних факторов в гермооболочке проводят в специализированных и аккредитованных лабораториях, имеющих соответствующее оборудование.

4.14.2 Испытаниям подвергаются изделия (датчики), которые могут располагаться в гермооболочке.

4.14.3 Испытания проводят по отдельной программе и методике испытаний, разработанной лабораторией.

4.14.4 Результаты испытаний должны быть оформлены протоколом или актом.

4.14.5 Допускается вместо испытаний приводить теоретические расчеты и обоснования, показывающие, что изделия выдерживают воздействие внешних факторов в гермооболочке.

#### 5 Методы контроля и испытаний

Все испытания, за исключением особо оговоренных, производятся в нормальных условиях.

Устанавливаются следующие нормальные условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 18 °С до 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 45 % до 80 %;
- атмосферное давление не установлено;
- источник постоянного напряжения питания ( $24 \pm 0,5$ ) В, мощность не менее 10 Вт;
- уровень звукового давления не более 65 дБ;
- сопротивление нагрузки унифицированного сигнала 200 Ом или 402 Ом ( $\pm 0,1$  %);
- уровни внешних электрических и магнитных полей, а также воздействие вибрации в месте установки измерительных приборов, согласующих и измерительных средств не должны превышать норм, установленных нормативными документами на них;
- при испытании датчика или внешнего усилителя на воздействие температуры, длина кабеля распределяется следующим образом: к датчику относится 1 м, остальная длина относится к усилителю.

Средства измерений, применяемые при испытаниях датчиков согласно приложению А, должны быть поверенными, а испытательное оборудование – аттестованным по ГОСТ Р 8.568-97 и иметь паспорт.

Все испытания основных параметров и метрологических характеристик проводятся по истечении времени готовности.

#### 5.1 Проверка на соответствие конструкторской документации

5.1.1 Проверка внешнего вида датчиков производится внешним осмотром путем сравнения изделия с чертежами, указанными в таблице 1. Изделия не должны иметь механических повреждений и следов коррозии.

Детали не должны иметь острых кромок.

Неразъемные соединения, выполненные пайкой, сваркой, расклепкой, развальцовкой не должны иметь заусенцев, разрывов, пористости и других дефектов.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если внешний вид узлов соответствует пункту 1.1.1 .

5.1.2 Проверка на соответствие чертежам размеров, материалов и покрытий производится визуально, измерительным инструментом на деталях текущего производства.

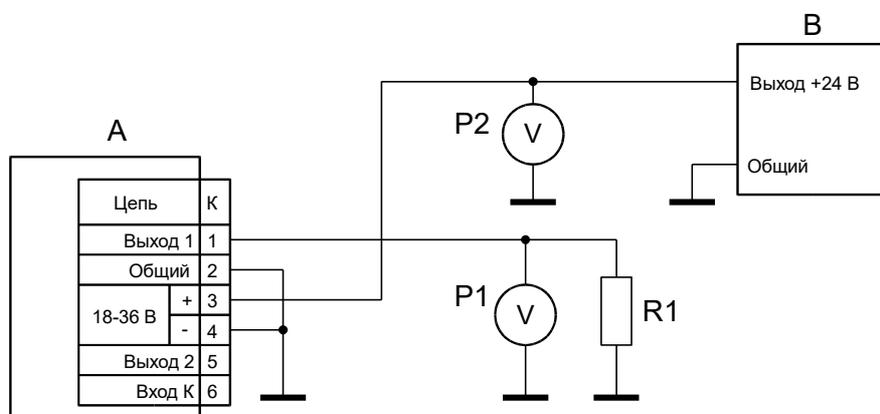
Проверяется соответствие материалов, размеров и покрытий требованиям чертежей, указанных в таблице 1.

Проверка габаритных размеров и массы датчиков производится соответствующим измерительным инструментом. Проверяется комплектность, маркировка. Результаты проверки считаются удовлетворительными, если результаты измерений и проверки соответствуют требованиям пунктов 1.1.2 , 1.1.3 , 1.4.3 , 1.5.1 .

## 5.2 Проверка основных параметров и метрологических характеристик

5.2.1 Испытания датчиков производятся на вибростенде, в соответствии с рисунком В.1;

Все испытания основных параметров и метрологических характеристик проводятся электрической схеме подключения, представленной на рисунке 1.



A - датчик вибрации

B - источник питания (+24 В)

R1

вариант А\*140 — резистор нагрузки 402 Ом  $\pm 0,1\%$ , 0,25 Вт

вариант В\*140 — резистор нагрузки 200 Ом  $\pm 0,1\%$ , 0,25 Вт

P1 - вольтметр переменного / постоянного тока КТ 0,2

P2 - вольтметр постоянного тока КТ 0,2

Рисунок 1 - Схема подключения датчиков

5.2.2 Перед испытанием необходимо произвести опробование.

Для опробования необходимо выполнить следующие операции:

- 1) Собрать электрическую схему испытания, в соответствии с описанием пункта 5.2.1 ;
- 2) Установить проверяемый узел на стенде;
- 3) Включить источник питания (источник тока) и, создавая на стенде изменение параметра, опробовать работу проверяемого датчика.

5.2.3 Проверка диапазона измерения, определение основной погрешности измерения, нелинейности амплитудной характеристики и отклонение коэффициента преобразования от номинального значения

5.2.3.1 Датчики мгновенного значения виброускорения с выходным сигналом переменного тока

- 1) Собрать электрическую схему испытания, в соответствии с описанием пункта 5.2.1 ;
- 2) Установить проверяемый датчик на стенде;
- 3) Включить источник питания;
- 4) На вибростенде установить ряд значений виброускорения на базовой частоте, равный: нижней границе диапазона измерения: 12,5 %; 25 %; 50 %; 75 %; 100 % верхней границы диапазона измерения, а по вольтметру P1 переменного тока контролировать измеряемые значения.

Допускается установка других значений виброускорения с отклонением от требуемых значений из указанного ряда, не более чем на  $\pm 10\%$ . Например, для точки 50 % диапазона 50 м/с<sup>2</sup> допустимое отклонение  $\pm 1$  м/с<sup>2</sup>.

- 5) Определить основную относительную погрешность измерения для ряда значений виброускорения указанных в пункте 4 испытания по формуле (1).

$$\delta_{ip} = \frac{1000 \cdot U_i - A_i}{K_{sn} \cdot R} \cdot 100\% \quad (1)$$

где  $A_i$  – значение виброускорения по стенду или рабочему эталону,  $m/c^2$ ;

$U_i$  – выходной сигнал по вольтметру P1, мВ;

$R$  – сопротивление нагрузки, Ом;

$K_{sn}$  – номинальный коэффициент преобразования датчика:

Примечание: для датчиков номинальный коэффициент преобразования (индивидуальный) указан в маркировке, паспорте или формуляре;

- 6) Определить действительное значение коэффициента преобразования для ряда значений виброускорения на базовой частоте равный: 12,5 %; 25 %; 50 %; 75 %; 100 % верхней границы диапазона измерения. Действительное значение коэффициента преобразования при  $i$ -том значении параметра определяется по формуле (2).

$$K_i = \frac{1000 \cdot U_i}{R \cdot V_i}, \text{ мкА/(м/с}^2\text{)} \quad (2)$$

- 7) Определить среднее значение коэффициента преобразования по формуле:

$$K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \text{ мкА/(м/с}^2\text{)} \quad (3)$$

где  $n$  – число измерений.

- 8) Определить нелинейность амплитудной характеристики по формуле:

$$\delta_{\alpha} = \frac{K_i - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100\% \quad (4)$$

- 9) Определить отклонение коэффициента преобразования от номинального значения по формуле:

$$\delta_k = \frac{K_g - K_n}{K_n} \cdot 100\% \quad (5)$$

где  $K_g$  – коэффициент преобразования датчика, определенный при значении параметра равном 0,75 верхней границы диапазона измерения

$K_n$  – номинальный коэффициент преобразования датчика, указанных в пункте 1.2.1 .

Погрешность измерения, нелинейность амплитудной характеристики и отклонение коэффициента преобразования от номинального значения не должны превышать значений, указанных в пункте 1.2.1 .

## 5.2.4 Проверка диапазона частот измерения, определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)

- 1) Собрать электрическую схему испытания, в соответствии с описанием пункта 5.2.1 ;
- 2) Установить датчик на вибростенде;
- 3) Включить источник питания;
- 4) На вибростенде воспроизвести колебания с частотой и значением виброускорения в соответствии с таблицей 5. По вольтметру (амперметру) P1 контролировать значения измеряемого параметра и занести их в таблицу 5.

Таблица 5

Частота колебаний вибростенда, Гц **	2	3,15	5	10	20	40	80	160	315	500	800	1000
Значение СКЗ виброускорения по стенду, м/с <sup>2</sup> *	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Показания вольтметра P1 переменного тока, мВ												
Частота колебаний вибростенда, Гц **	1600	2000	3150	4000	5000	6300	8000	9000	10000			
Значение СКЗ виброускорения по стенду, м/с <sup>2</sup> *	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
Показания вольтметра P1 переменного тока, мВ												
* Допускается установка других значений в зависимости от технических характеристик вибростенда. ** Значения частот колебаний вибростенда выбираются исходя из диапазона частот измерения изделия.												

- 5) Определить неравномерность АЧХ в соответствии с формулами (6):

$$\delta_{\text{пф}} = \frac{U_i - U_{\delta}}{U_{\delta}} \cdot 100\% \quad (6)$$

где  $U_i$  - выходной сигнал по вольтметру P1 на заданной частоте, мВ;

$U_{\delta}$  - выходной сигнал по вольтметру P1 на базовой частоте, мВ;

В случае, если вибростенд не обеспечивает задание необходимого значения СКЗ виброускорения на высоких или низких частотах, допускается задавать другие значения, а расчет выходного напряжения выполнять по формуле (7).

$$U_{iR} = \frac{A_{\delta\delta}}{A_{ef}} \cdot U_i \quad (7)$$

где  $U_{iR}$  - расчетное значение выходного напряжения по вольтметру P1, мВ;

$A_{\delta\delta}$  - значение СКЗ виброускорения по стенду на базовой частоте, м/с<sup>2</sup>;

$A_{ef}$  - значение СКЗ виброускорения по стенду на текущей частоте м/с<sup>2</sup>.

Датчик считается выдержавшим испытание, если неравномерность амплитудно-частотной характеристики соответствует требованиям пункта 1.2.1 .

5.2.5 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования  $K_{on}$  датчиков виброускорения

- 1) Собрать электрическую схему испытания, в соответствии с описанием пункта 5.2.1 ;
- 2) Датчик установить на основании вибростенда таким образом, чтобы его ось чувствительности была перпендикулярна оси вибратора стенда (рисунок Г.3). На вибростенде воспроизвести вибрацию на базовой частоте при значении СКЗ соответствующей верхней границе диапазона измерения.
- 3) Включить источник питания;
- 4) Поворачивая датчик с шагом 30 градусов диапазоне от 0 до 360 градусов контролировать показания вольтметра (амперметра) P1. По результатам измерений, в полярных координатах, построить диаграмму поперечной направленности.

Если построенная диаграмма соответствует рисунку Г.1, то  $K_{on}$  определяется по формуле (8).

$$K_{on} = \frac{U_1 + U_2}{2 \cdot U_B} \cdot 100\% \quad (8)$$

где

$U_B$  – показание вольтметра P1 при совпадении оси чувствительности датчика и оси вибростенда;

$U_1$  – максимальное показание вольтметра P1 при перпендикулярном расположении оси датчика и вибростенда и установке его на угол  $\alpha 1$ ;

$U_2$  – показание вольтметра P1 при перпендикулярном расположении оси датчика и вибростенда и установке его на угол  $\alpha 2 = \alpha 1 + 180$ , град;

Значение коэффициента  $K_{on}$  не должно превышать значения, указанные в пункте 1.2.1 .

## 5.2.6 Определение уровня собственных шумов датчиков виброускорения.

- 1) Собрать электрическую схему испытания, в соответствии с описанием пункта 5.2.1 ;
- 2) Установить датчик на фундаменте (плите) вибростенда.
- 3) Включить источник питания и по истечении 2 минут снять показания вольтметра (амперметра) P1. Уровень коэффициента собственных шумов определить по формуле (9).

$$K_{ш} = 20 \cdot \lg \frac{K_n \cdot R \cdot V_0}{1000 \cdot U_{ш}}, \text{ дБ} \quad (9)$$

где  $U_{ш}$  – показание вольтметра P1 переменного тока, мВ;

$K_n$  – номинальное значение коэффициента преобразования, мкА/(м/с<sup>2</sup>);

$R$  – сопротивление нагрузки, Ом;

$V_0$  – начальное (нижнее) значение диапазона измерений, м/с<sup>2</sup>.

Датчик считается выдержавшим испытание, если значение коэффициента собственных шумов соответствует требованиям пункта 1.2.1 .

## 5.2.7 Проверка тока потребления и уровня постоянной составляющей в выходном сигнале датчиков.

- 1) Собрать электрическую схему испытания, в соответствии с описанием пункта 5.2.1 ;
- 2) Установить датчик на фундаменте (плите) вибростенда;
- 3) Включить источник питания +24 В;
- 4) Включить амперметр последовательно в цепь питания +24 В датчика и измерить постоянный ток потребления;
- 5) Проконтролировать напряжение на вольтметре P1;
- 6) Уровень постоянной составляющей соответствует измененному значению на вольтметре P1;
- 7) Уровень постоянной составляющей определить по формуле (10):

$$I_N = \frac{U_N}{R} \quad (10)$$

где  $U_N$  – показание вольтметра P1 постоянного тока, В;

$R$  – сопротивление нагрузки, Ом;

Датчик считается выдержавшим испытание, если значения тока потребления и уровня постоянной составляющей в выходном сигнале соответствует требованиям пункта 1.2.1 .

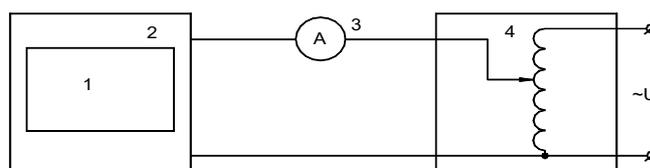
## 5.2.8 Проверка электрического сопротивления изоляции пьезоэлектрических датчиков

Электрическое сопротивление изоляции датчиков измеряют мегаомметром, с напряжением не более 100 В, относительно корпуса датчика.

Минимальное значение сопротивления изоляции должно соответствовать значениям, указанным у в пункте 2.3.1 ,

## 5.2.9 Испытание на воздействие внешних магнитных полей, определение допускаемой дополнительной погрешности измерения

- 1) Собрать электрическую схему испытания, в соответствии с описанием пункта 5.2.1 ;
- 2) Собрать схему в соответствии с рисунком 2, поместив испытываемый узел в катушку (соленоид).



1 – испытываемый узел;

2 – катушка 9.197.00.07 (соленоид):  $W = 1780$ ,

$W$  – количество витков обмотки катушки;

$L$  – длина обмотки катушки,  $L=0,6$  м;

$D_k$  – диаметр катушки,  $D_k= 0,2$  м;

3 – амперметр КТ1,5;

4 – лабораторный автотрансформатор типа ЛАТР – 1.

Рисунок 2 - Схема подключения испытательного соленоида

Испытываемый датчик, внешний усилитель поместить в среднюю часть катушки, воспроизводящей равномерное переменное магнитное поле.

Датчики всех типов испытывать при напряженности магнитного поля 400 А/м. Для создания магнитного поля напряженностью 400 А/м необходимо установить ток в обмотке 0,27 А, значение которого определяется по формуле (11):

$$I = \frac{2 \cdot L \cdot H}{W}, \text{ А} \quad (11)$$

где Н – напряженность магнитного поля, А/м; W – число витков обмотки катушки, шт; L – длина обмотки катушки, м.

Датчик, внешний электронный узел повернуть в катушке до получения максимального влияния магнитного поля по показаниям вольтметра (амперметра) Р1.

Дополнительную погрешность определить по формуле (12).

$$\delta = \frac{1000 \cdot U}{X_c \cdot K_n \cdot R} \cdot 100\% \quad (12)$$

где

*U* – показание вольтметра Р1 переменного тока, мВ;

*X<sub>c</sub>* - диапазон измерений, мм/с, (м/с<sup>2</sup>);

*K<sub>n</sub>* – номинальное значение коэффициента преобразования, мкА/(м/с<sup>2</sup>);

*R* – сопротивление нагрузки, Ом;

Датчик, считается выдержавшим испытание, если дополнительная погрешность измерений, вызванная влиянием внешнего магнитного поля переменного тока, не превышает значения, указанного в пункте 1.2.1 .

5.2.10 Испытание датчиков виброускорения на воздействие повышенной (пониженной) температуры, соответствующей рабочим условиям применения, определение относительной погрешности измерения в диапазоне рабочих температур

5.2.10.1 Испытание внешнего усилителя датчика с разъемом

- 1) Датчик установить на стенде и провести измерения в нормальных условиях по пункту 5.2.3 . Результаты измерения занести в таблицу 6.

Таблица 6 Воздействие повышенной (пониженной) температуры на датчик, внешний электронный узел с разъемом

Контрольные точки		1	2	3	4	5	6
Значения параметра по стенду		Нижняя граница диапазона *	12,5%	25%	50%	75%	100%
Значение выходного сигнала по вольтметру (амперметру) Р1, В (мА)	Нормальные условия до испытания						
	При испытании на воздействие температуры, °С						
	Нормальные условия после испытания						
	Относительная погрешность измерения при воздействии температуры						

\* Нижняя граница диапазона указана в технических характеристиках пункте 1.2.1

- 2) Внешний усилитель поместить в камеру климатическую (далее по тексту - Камера). Температуру в камере изменить до верхнего (нижнего) значения диапазона рабочих температур и выдержать в этих условиях 2 часа во включенном состоянии. Скорость повышения (понижения) температуры определяется характеристикой испытательной камеры.
- 3) Не вынимая испытуемый узел из камеры, повторить измерения. Результаты занести в таблицу 6.
- 4) Испытуемый узел извлечь из камеры, подвергнуть естественному охлаждению (нагреву) до температуры нормальных условий в течении 4 часов, повторить измерения и произвести внешний осмотр.
- 5) Определить относительную погрешность измерения в диапазоне рабочих температур по методике пункта 5.2.3 , в соответствии с формулой 1.

## 5.2.10.2 Испытание датчика (чувствительного к вибрации элемента)

- 1) Испытания датчика производить по методике испытаний преобразователя, изложенной в пункте 5.2.10.1, но только в одной контрольной точке — 25 % значения диапазона измерения.

Нагрев (охлаждение) датчика производить в обычной термокамере, а измерение параметров производить на стенде в течение не более 2 минут после извлечения датчика из камеры. Датчик должен быть установлен на стенде через теплоизолирующую прокладку.

Датчик считают выдержавшими испытание, если он не имеет следов коррозии и относительная погрешность измерений в диапазоне рабочих температур, соответствует требованиям пункта 1.2.1.

## 5.2.11 Испытание датчиков на воздействие повышенной влажности

- 1) Датчик в нормальных условиях установить на стенде и провести испытания по определению основной погрешности измерений.
- 2) Датчик снять со стенда и вместе с внешним электронным узлом (в случае его наличия) поместить в камеру, установить температуру 35 °С, повысить относительную влажность до 95 % и, в выключенном состоянии, выдержать в течение двух суток.
- 3) По истечении двух суток испытуемое оборудование извлечь из камеры, установить на стенде и провести испытания по определению дополнительной погрешности измерения, время проверки не более 10 минут.
- 4) Дополнительную погрешность измерений определить по формуле:

$$\delta = \frac{U_P - U_H}{U_H} \cdot 100\% \quad (13)$$

где

$U_H$  – показание вольтметра P1 переменного тока при нормальных условиях, мВ;

$U_P$  – показание вольтметра P1 переменного тока при воздействии повышенной влажности, соответствующей рабочим условиям применения, мВ.

- 5) Испытуемое оборудование подвергнуть естественному охлаждению и сушке до температуры и влажности нормальных условий в течение 12 часов, проверить внешний вид, установить на стенде и повторить испытания по определению основной погрешности измерения.

Датчик считают выдержавшими испытание, если он не имеет следов коррозии, дополнительная и основная погрешность измерений после испытания, соответствует требованиям пункта 1.2.1.

## 5.2.12 Проверка времени готовности (прогрева, установление рабочего режима)

- 1) Собрать электрическую схему испытания, в соответствии с описанием пункта 5.2.1;
- 2) Установить проверяемый датчик на стенде;
- 3) Включить источник питания и по истечении 3 минут произвести измерения, определить основную погрешность.

Испытуемый датчик считают выдержавшим испытание, если его основная погрешность измерения соответствует требованиям пункта 1.2.1.

## 5.2.13 Проверка влияния напряжения и тока источника питания на основную погрешность измерения

- 1) Собрать электрическую схему испытания, в соответствии с описанием пункта 5.2.1;
- 2) Установить проверяемый датчик на стенде;
- 3) Включить источник питания (источник напряжения - В), задать уровень напряжения, контролируя по вольтметру P2, равный нижней (верхней) границе диапазона, в соответствии с характеристиками 1.2.1.
- 4) Определить основную относительную погрешность измерения по методике пункта 5.2.3, в соответствии с формулой 1.

Испытуемый датчик считают выдержавшим испытание, если его основная погрешность измерения соответствует требованиям пункта 1.2.1.

### 5.3 Испытание датчиков в упаковке

#### 5.3.1 Испытание датчиков в упаковке на воздействие повышенной (пониженной) температуры

Датчики в упаковке поместить в испытательную камеру, повысить (понижить) температуру до плюс (минус) 50 °С, выдержать в течение шести часов.

Температуру в камере понизить (повысить) до температуры нормальных условий, выдержать в течение четырех часов, извлечь из камеры.

Распаковать и выдержать в нормальных условиях не менее четырех часов.

После испытания проверить внешний вид датчиков, диапазон измерений, основную погрешность измерения.

Датчики считаются выдержавшими испытание, если не имеет механических повреждений, ослабления креплений, и ее технические характеристики соответствуют требованиям пункта 1.2.1 .

#### 5.3.2 Испытание датчиков в упаковке на воздействие транспортной тряски

Испытание проводить следующим образом:

1) Датчики в упаковке закрепить на платформе испытательного стенда без дополнительной наружной амортизации в положении, определенном маркировкой тары. Испытание проводить в течение 2 часов при амплитуде виброперемещения 0,35 мм и виброускорения 49 м/с<sup>2</sup> (5 g), в диапазоне частот от 10 до 55 Гц.

Допускается проводить испытание перевозкой датчиков автомобильным транспортом на расстояние 1500 км.

2) После испытания проверить внешний вид датчиков, диапазон измерений, основную погрешность измерения.

Датчики считаются выдержавшими испытание, если не имеет механических повреждений, ослабления креплений, и их технические характеристики соответствуют требованиям пункт 1.2.1 .

### 5.4 Проверка степени защиты узлов

Испытанию подвергаются датчики и внешние электронные узлы датчиков с разъемом по методикам, описанным в ГОСТ 14254.

Испытуемый узел считают выдержавшим испытание, если его основная погрешность измерения после проведения испытаний соответствует требованиям пункта 1.2.2.10 .

### 5.5 Проверка резонансной частоты пьезоэлектрического вибропреобразователя

Испытания проводятся по методики испытательной установки.

Датчик считается выдержавшим испытание, если технические характеристики соответствуют требованиям пункта 1.2.1 .

### 5.6 Испытания на электромагнитную совместимость

Испытанию подвергаются изделия по методикам, описанным в ГОСТ 32137.

Испытуемый узел считают выдержавшим испытание, если при требованиях пункта 1.2.2.4 его основная погрешность измерения или технические характеристики после проведения испытаний соответствуют требованиям пунктов 1.1 , 1.2 .

### 5.7 Испытания на сейсмостойкость

Испытания проводятся в соответствии с методом 102-1 ГОСТ 30630.1.2 с учетом требований ГОСТ 30546.1 и ГОСТ 30546.2. Во время испытаний объект должен находиться под электрической нагрузкой, соответствующей условиям эксплуатации.

Испытуемый узел считают выдержавшим испытание, если:

- во время испытаний отсутствуют нарушения функционирования объекта, ложные срабатывания, его основная погрешность измерений или технические характеристики во время и после проведения испытаний соответствуют требованиям 1.1 , 1.2 ;
- после испытаний в результате визуального осмотра отсутствуют видимые механические повреждения узлов системы.

### **5.8 Климатические испытания**

Испытанию подвергаются изделия по методикам, описанным в ГОСТ 15150.

Испытуемый узел считают выдержавшим испытание, если его основная погрешность измерения или технические характеристики после проведения испытаний соответствуют требованиям пунктов 1.1 , 1.2 .

### **5.9 Испытания на воздействие внешних факторов в гермооболочке**

Испытанию подвергаются датчики путем обработки — протирки поверхностей изделия на соответствие пунктов 1.2.3.6 , 1.2.3.7 .

Испытанию подвергаются датчики по методикам, описанным в программе и методике испытаний, на соответствие пункту 1.2.3.8 .

Датчик считают выдержавшим испытание на соответствие пунктам 1.2.3.6 , 1.2.3.7 , если после обработки материалами отсутствует нарушение качества и целостности покрытий и маркировки. Изделие должно оставаться работоспособным.

Датчик считают выдержавшим испытание на соответствие пункту 1.2.3.8 , если его основная погрешность измерения (в комплекте с цифровым преобразователем) или технические характеристики, внешний вид после проведения испытаний соответствуют требованиям пунктов 1.1 , 1.2 .

### **5.10 Проверка надежности датчиков**

Испытание датчиков на надежность проводить по планам испытаний, изложенным в ГОСТ Р 27.403. План испытаний определяют по таблице А.2 приложения А ГОСТ Р 27.403.

Количество испытуемых узлов, штук, не менее 25. Режим испытаний непрерывный.

Датчики считаются выдержавшими испытания, если электрические параметры во время и после испытания неизменны.

Допускается вместо испытаний на надежность проводить расчет надежности с использованием интенсивностей отказов комплектующих изделия для подтверждения требования к средней наработке на отказ.

## 6 Транспортирование и хранение

### 6.1 Транспортирование датчиков

6.1.1 Датчики в упаковке выдерживает транспортирование на любые расстояния автомобильным и железнодорожным транспортом (в закрытых транспортных средствах), водным транспортом (в трюмах судов), авиационным транспортом (в герметизированных отсеках).

Условия транспортирования – Ж по ГОСТ 25804.4.

6.1.2 Датчики в упаковке выдерживает воздействие следующих транспортных факторов:

- температуры от минус 50 °С до плюс 50 °С;
- относительной влажности 95 % при 35 °С;
- вибрации (действующей вдоль трех взаимно перпендикулярных осей тары) при транспортировании ж/д, автотранспортом и самолетом в диапазоне частот от 10 до 55 Гц при амплитуде виброперемещения 0,35 мм и виброускорения 49 м/с<sup>2</sup> (5 g);
- ударов со значением пикового ударного ускорения 98 м/с<sup>2</sup> (10 g), длительность ударного импульса 10 мс, число ударов (1000 ± 10) в направлении, обозначенном на таре.

### 6.2 Хранение датчиков

6.2.1 Хранение датчиков в части воздействия климатических факторов внешней среды должно соответствовать условиям 3 (ЖЗ) по ГОСТ 15150. Срок хранения не более 36 месяцев с момента изготовления. Срок сохраняемости датчиков 3 года.

6.2.2 Длительное хранение датчиков производится в упаковке, в отапливаемых помещениях с условиями 1 (Л) по ГОСТ 15150.

## 7 Указания по эксплуатации

7.1 При установке, монтаже и эксплуатации датчиков необходимо выполнять требования руководства по эксплуатации ВШПА.421412.100.111 РЭ.

## 8 Гарантии изготовителя

8.1 Изготовитель гарантирует соответствие датчиков требованиям настоящих ТУ при соблюдении условий эксплуатации, хранения, транспортирования и монтажа.

8.2 Гарантийный срок хранения 36 месяцев с момента изготовления.

8.3. Гарантийный срок эксплуатации 36 месяцев с момента ввода в эксплуатацию, но не более 48 месяцев с момента изготовления.

8.4 В случае отправки сборочной единицы для гарантийного ремонта на предприятие-изготовитель необходимо указать выявленную неисправность.

## Приложение А

(обязательное)

Перечень приборов, контрольно-измерительной аппаратуры и оборудования, используемых при испытаниях

Таблица А.1

Наименование, тип	Обозначение, ГОСТ, ТУ	Техническая характеристика	Кол.
Поверочная установка: *		Образцовое средство измерений по МИ 2070-90, погрешность не более: $\pm 1$ %, частотный диапазон: от 2 до 10000 Гц	***
- вибровозбудитель		Коэффициент гармоник — не более 10 %, относительный коэффициент поперечного движения стола — не более 20 %	
- вибропреобразователь		Вибропреобразователь типа 8305 «Брюль и Кьер»	
- усилитель заряда		Усилитель заряда типа 2635 «Брюль и Кьер»	
- вольтметр		Вольтметр переменного тока В7-78/1, кл.0,5 **	
Мультиметр АКТАКОМ АВМ-4306		Постоянное напряжение: ( $1 \cdot 10^{-6}$ – $1 \cdot 10^3$ ) В, погрешность измерения: $\pm 0,012$ %. Постоянный ток: ( $1 \cdot 10^{-7}$ – 12) А, погрешность измерения: $\pm 0,2$ %. Сопротивление: ( $1 \cdot 10^{-2}$ – $40 \cdot 10^6$ ) Ом; погрешность измерения: 0,15 %. Диапазон частот: (0,1 – $1 \cdot 10^6$ ) МГц, погрешность измерения: $\pm 0,005$ %.	***
Катушка испытательная	9.197.00.07	W =1500 витков, L= 0,6 м, Dк = 0,2 м	***
Климатическая камера ТХВ-80		Температура: от -60 °С до +100 °С, относительная влажность: от 30 % до 98 %	***
Лабораторный автотрансформатор ЛАТР–1	ТУ16517.216	Пределы регулирования напряжения на нагрузке: (0 - 250) В; номинальный ток нагрузки: 5 А.	***
Мегаомметр АКТАКОМ АМ-2002		Рабочее напряжение: 100, 250, 500 В; КТ3,0.	
Регулируемый источник питания постоянного тока АТН-3031		Выходное напряжение: (18 — 36) В; Максимальный ток нагрузки: 1,0 А.	
Секундомер СОПр-2а-2-011		КТ 2,0.	
Вибростенд		Предельная частота 180 Гц, амплитуда 0,35 мм, предельная нагрузка 14 кг при частоте до 35 Гц и амплитуде 0,035 мм	***
Основание	9.000.76		***
Штангенциркуль ШЦ – II - 200 - 0,05	ГОСТ 166		***
Весы неавтоматического действия	ГОСТ Р 53228	Класс точности средний	***
Рулетка	ГОСТ 7502	10 м, КТ 2,0.	***
* По тексту документа вместо термина «поверочная установка» используется термин «вибростенд». ** Указанный вольтметр применять для испытаний в частотном диапазоне от 10 Гц. При выполнении испытаний в частотном диапазоне от 2 Гц в качестве вольтметра применять специализированный измеритель СКЗ переменного тока с подходящими метрологическими характеристиками. *** Количество приборов, контрольно-измерительной аппаратуры и оборудования, используемых при испытаниях, может изменяться в зависимости от исполнения и количества испытываемых датчиков. Примечания 1 Допускается применение приборов и оборудования других типов с аналогичными параметрами. 2 Частотный диапазон поверочной установки должен соответствовать частотному диапазону проверяемого датчика.			

Приложение Б  
(обязательное)  
Маркировка исполнения датчиков

Датчики пьезоэлектрические ДПЭ22МВУ

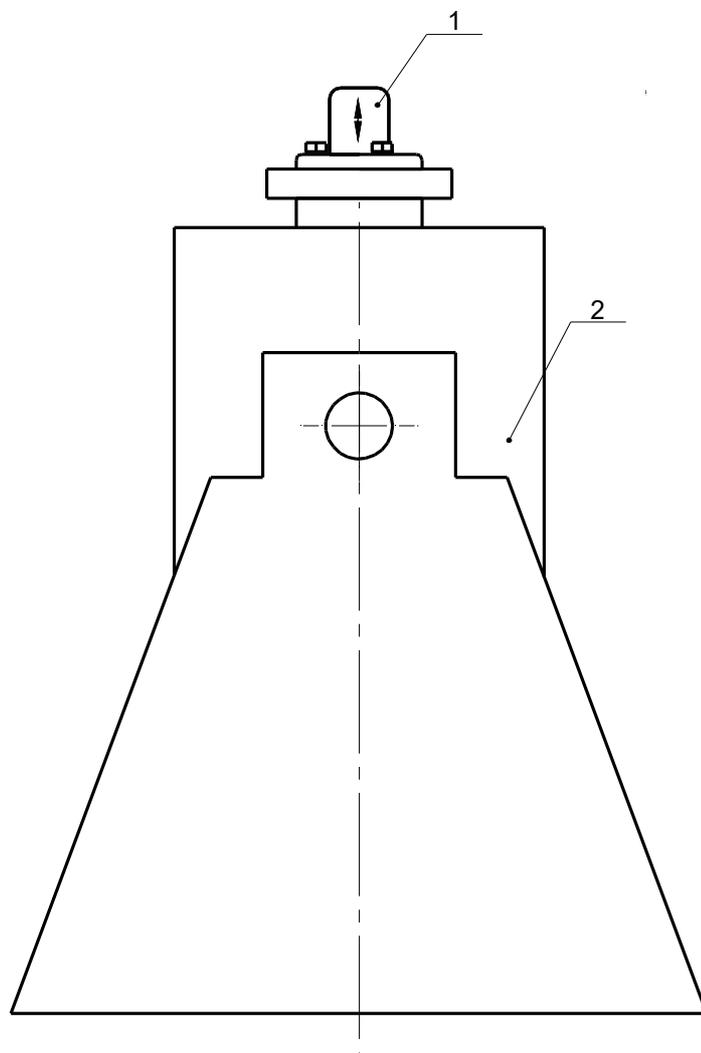
Выходной сигнал	Диапазон измерений	Длина кабеля	Тип кабеля
А – от 1 до 5 мА В – от 4 до 20 мА	140 - СКЗ виброускорения 140 м/с <sup>2</sup>	3 - 3 м 7 - 7 м 10 - 10 м	И - изолированный р - разъем

Пример маркировки датчика с выходным сигналом от 1 до 5 мА, диапазоном измерения 140 м/с<sup>2</sup>, с длиной кабеля 10 м, изолированный кабель, разъемное соединение:

ДПЭ22МВУ А\*140\*10Ир

Приложение В  
(обязательное)

Установка датчиков на вибростенде



- 1 – Датчик;
- 2 – Вибростенд.

Рисунок В.1 – Установка пьезоэлектрических датчиков на вибростенде

Приложение Г  
(справочное)

Виды диаграмм поперечной направленности вибропреобразователей  
(в полярных координатах)

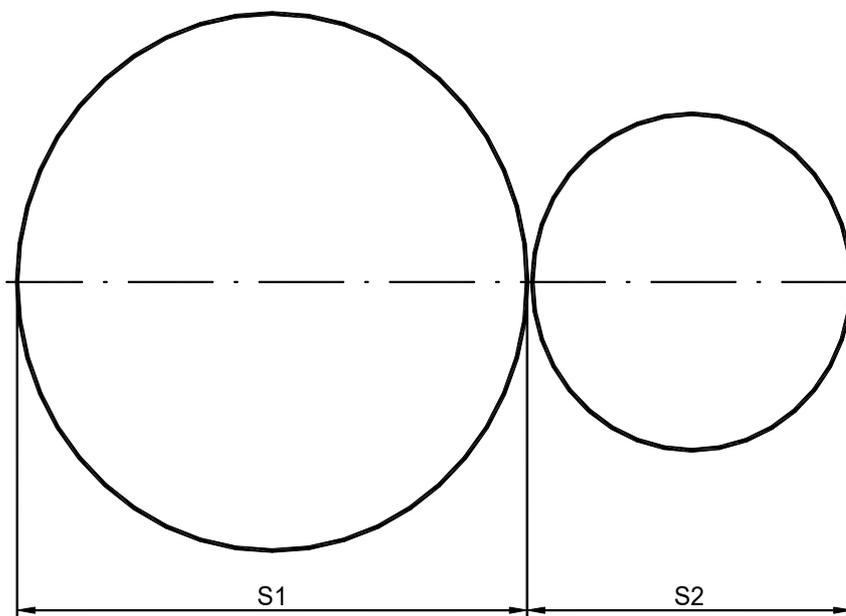


Рисунок Г.1 - Диаграмм поперечной направленности первого типа

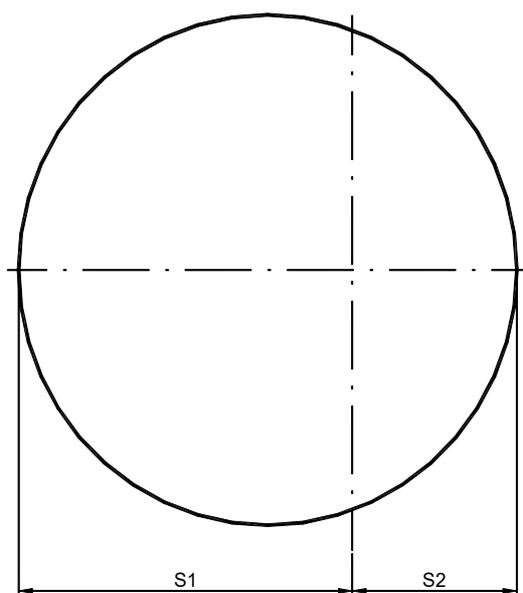
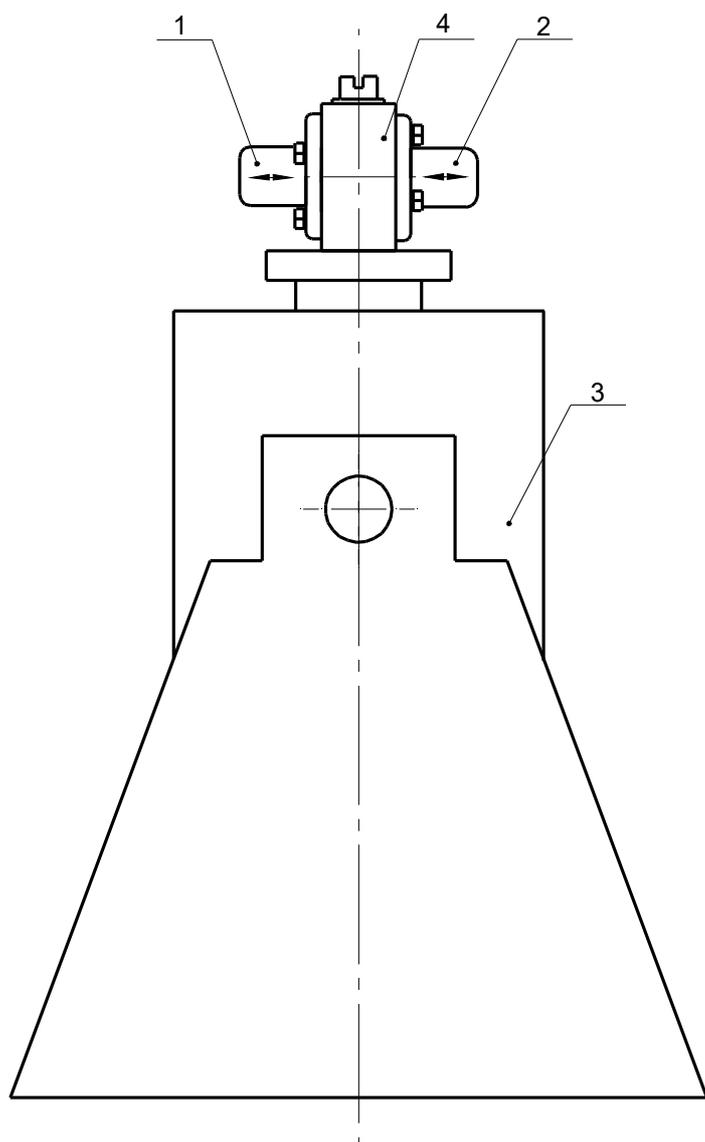


Рисунок Г.2 - Диаграмм поперечной направленности второго типа



- 1 - Испытываемый пьезоэлектрический датчик;
- 2 – Компенсационный пьезоэлектрический датчик;
- 3 – Вибростенд;
- 4 – Основание 9.000.76.

Рисунок Г.3 – Установка пьезоэлектрических датчиков при определении коэффициента поперечного преобразования

## Приложение Д

(справочное)

## Ссылочные нормативные документы

Таблица Д .1

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, пункта, подпункта, перечисления, приложения разрабатываемого документа, в котором дана ссылка
ГОСТ Р 55265.2-2012	Вводная часть
ГОСТ ИСО 2954-2014	1
ГОСТ 25804.1-83	1
ГОСТ 25275-82	1
ГОСТ 29075-91	1, 1.2.3.3
СТО 1.1.1.07.001.0675-2008	1, 1.2.3.2
ГОСТ 15150-69	1.2.2.1, 1.2.2.2, 1.2.2.11, 4.12.2, 6.2.1, 6.2.2
ГОСТ Р 50648-94	1.2.2.4
ГОСТ Р 50649-94	1.2.2.4
ГОСТ Р 51317.4.3-2006	1.2.2.4
ГОСТ Р 51317.4.5-99	1.2.2.4
ГОСТ 30804.4.2-2013	1.2.2.4
ГОСТ 30804.4.4-2013	1.2.2.4
ГОСТ 32137-2013	1.2.2.4, 4.10.1, 5.6
ГОСТ 30631-99	1.2.2.8
НП-031-01	1.2.3.4
ГОСТ 14254-2015	1.2.2.10; 4.13.2, 5.4
ГОСТ Р 51318.11-2006	1.2.2.14
ГОСТ 14192-96	1.5.2
ГОСТ 12.2.007.0-75	2.1.1, 2.4.1
ГОСТ 12.1.004-91	2.4.1
ГОСТ 15.301-2016	4.1.2, 4.2.1
ГОСТ 15.309-98	4.1.2
ГОСТ 2.106-96	4.1.2
ГОСТ Р 27.403-2009	4.8.1; 5.10
ГОСТ Р 8.568-2017	5
ГОСТ 25804.4-83	6.1
ГОСТ 30630.1.2-99	4.11.1, 5.7
ГОСТ Р 50.06.01-2017	4.1.4.1, 4.1.4.2
ГОСТ 166-89	Приложение А
ГОСТ Р 53228-2008	Приложение А
ГОСТ 7502-98	Приложение А
ТУ16517.216	Приложение А
ТУ25-0413-0071	Приложение А

